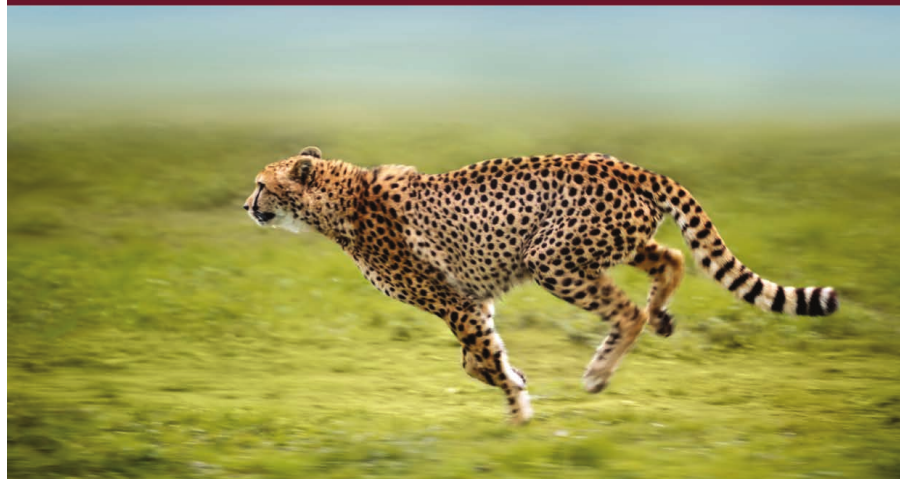
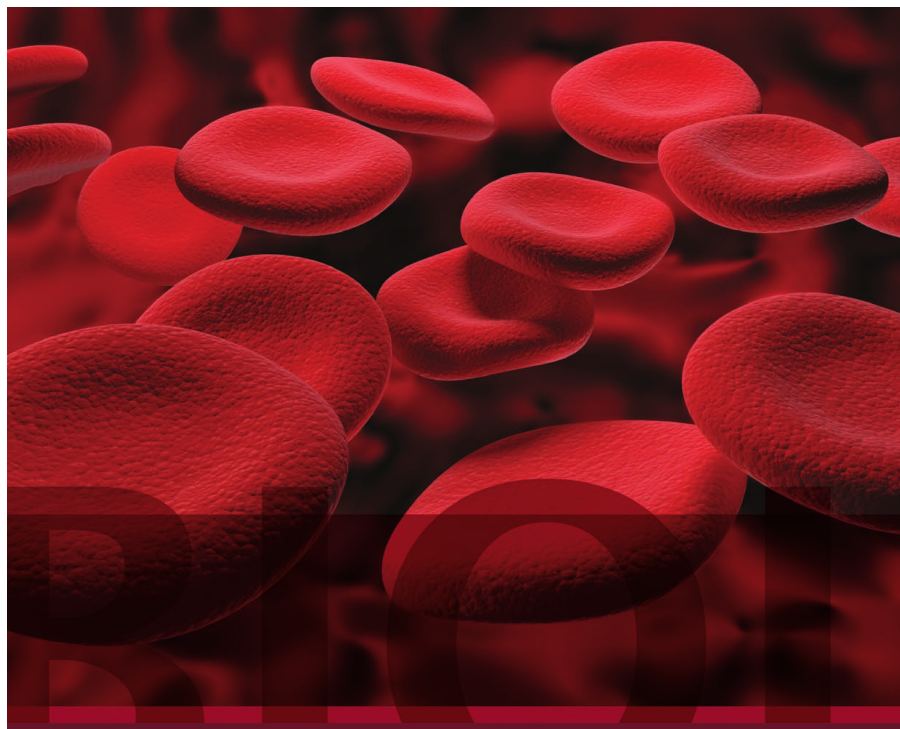


Ed itora
Bernoulli

BIOLOGIA

Volume 01





BIOLOGIA Volume 01

Frente A

01 3 Composição
química dos seres
vivos: água e sais
minerais Autor: Marcos
Lemos

02 11 Composição
química dos seres
vivos: aminoácidos,
proteínas e enzimas
Autor: Marcos Lemos

Frente B

01 23 Histologia
animal: tecido epitelial
Autor: Marcos Lemos

02 31 Histologia
animal: tecidos
conjuntivos próprio,
adiposo e
hematopoiético Autor:
Marcos Lemos

Frente C

01 39 Vírus Autor:
Marcos Lemos

02 49 Viroses Autor:
Marcos Lemos

03 61 Categorias
taxonômicas e regras
de nomenclatura
Autor: Marcos Lemos

Sumário - Biologia 04 67
Bactérias: reprodução e características
gerais Autor: Marcos Lemos **Frente D**

01 77 Genética:
código genético Autor:
Marcos Lemos

02 87 Genética:
conceitos fundamentais
Autor: Marcos Lemos

03 97 1ª Lei de
Mendel Autor: Marcos
Lemos

04 105 2ª Lei de
Mendel Autor: Marcos
Lemos

2 Coleção Estudo **BIOLOGIA MÓDULO** **FRENTE Composição química 01 A** **dos seres vivos:**

água e sais minerais

Dos mais de cem tipos diferentes de elementos químicos Muitas dessas reações têm como objetivo formar novos

existentes, pouco mais de 20 são encontrados na formação compostos e construir novas estruturas, enquanto outras

da matéria viva, entre os quais há uma predominância de visam a liberar energia para possibilitar a realização

carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. Esses quatro de diversas atividades. Ao conjunto de todas essas

elementos são os mais abundantes no ser vivo, constituindo reações que se passam numa estrutura viva, dá-se o

nome de **metabolismo** (do grego *metabolé*, mudança, 95% ou mais de sua massa. Outros elementos, como fósforo,

transformação

enxofre, cálcio, sódio, potássio, etc. completam o restante

da massa. O metabolismo é responsável pela utilização e transformação

da matéria no organismo e pode ser subdividido em

Os átomos dos diferentes elementos químicos encontrados **anabolismo e catabolismo**.

nos seres vivos podem associar-se uns aos outros, formando • **Anabolismo** (do grego *anabolé*, erguer, construir) –

estruturas mais complexas, as moléculas, como também Compreende as reações metabólicas “construtivas”,

podem dissociar-se, formando os íons. isto é, que fabricam novas moléculas, permitindo,

dessa maneira, a formação de novas estruturas

Moléculas e íons são encontrados formando as **substâncias**

necessárias ao crescimento, ao desenvolvimento e à (compostos químicos), que podem ser subdivididas em dois

reparação de partes lesadas. Por isso, o anabolismo grupos: **substâncias inorgânicas** e **substâncias orgânicas**.

também é chamado de **metabolismo plástico** ou **metabolismo de construção**. Um bom exemplo de Composição dos seres vivos reação anabólica é a síntese de proteínas que ocorre

no interior das células, por meio da união de várias Substâncias inorgânicas Substâncias orgânicas

moléculas menores de aminoácidos.

As reações do anabolismo são, em geral, endergônicas

Aminoácidos

(endotérmicas), pois a quantidade de energia contida Proteínas nos produtos finais é maior que a existente nos Carboidratos reagentes. Isso significa que, no decorrer da reação,

Sais minerais Água houve absorção de energia do meio. Lipídios • **Catabolismo** (do grego *katabolé* ,

destruir, eliminar) –

Nucleotídeos Compreende as reações metabólicas
“destrutivas”,

Ácidos nucleicos isto é, reações de análise que degradam
 (“quebram”)

Vitaminas moléculas, transformando-as em unidades
menores.

Tais reações têm como finalidade principal liberar
energia para as atividades vitais. A reação da glicólise

Nos seres vivos, os átomos, as moléculas e os íons
(lise ou quebra da glicose), que ocorre durante o
das diferentes substâncias, além de fazerem parte das
processo da respiração celular, é um bom exemplo
estruturas que compõem o organismo, também
participam

de reação catabólica.

de diversas reações químicas que ocorrem no interior
de As reações do catabolismo são exergônicas

suas células, tecidos e órgãos. Um organismo vivo é,
na (exotérmicas), uma vez que a quantidade de
energia

realidade, um verdadeiro “laboratório químico”, em
que, a contida nos produtos finais é menor que a
existente

todo momento, ocorrem inúmeras reações indispensáveis nos reagentes. Isso significa que, no decorrer da

à manutenção da vida. reação, houve liberação de energia para o meio.

Editora Bernoulli 3

Frente A Módulo 01

Metabolismo De um modo geral, a taxa de água em um mesmo

organismo varia de maneira inversa em relação à idade,

ou seja, quanto maior a idade, menor será a taxa de água.

Anabolismo Catabolismo

Na espécie humana, por exemplo, a massa corporal de um feto de três meses é constituída por aproximadamente

Reações “construtivas” Reações “destrutivas” 94% de água; num recém-nascido, a taxa de água é

Reações endergônicas Reações exergônicas de aproximadamente 70%, e, num indivíduo adulto,

(endotérmicas) (exotérmicas)

corresponde
a cerca
de
65%.

Além de ser um meio indispensável para a ocorrência

Energia

do metabolismo, a água também ajuda no transporte
de

substâncias feitas no interior do organismo e no
transporte

As reações do anabolismo quase sempre estão acopladas às do

catabolismo, uma vez que a energia utilizada pelo anabolismo de
catabólitos (produtos de excreção) do meio interno
para

normalmente é proveniente das reações do catabolismo. O externo.

Em nosso organismo, por exemplo, muitos dos

nutrientes absorvidos no tubo digestório entram na
corrente

Muitas das reações metabólicas ocorrem em cadeia,
ou sanguínea e são transportados para diversas
outras partes

seja, uma reação depende previamente da realização
de do nosso corpo dissolvidos na água do plasma
sanguíneo.

outra(s), conforme mostra o esquema a seguir:

Muitos dos resíduos do nosso metabolismo celular
também

Reação 1 são excretados (eliminados para o meio externo), dissolvidos **Reação 2** **Reação 3**

A + B na água. Isso acontece, por exemplo, com a ureia (resíduo $\rightarrow$ AB AB + CD $\rightarrow$ ABC + D D + E $\rightarrow$ DE do metabolismo proteico), que é eliminada dissolvida na

Observe que, para ocorrer a reação 3, é preciso que anteriormente água existente em nossa urina. Podemos dizer, então, que

tenha ocorrido a reação 2, visto que um dos reagentes da reação a água também atua como veículo de excreção. 3 é um dos produtos da reação 2. Por sua vez, para ocorrer

Muitas vezes, a água também tem um papel de a reação 2, é preciso que, primeiramente, ocorra a reação 1,

lubrificante, ajudando a diminuir o atrito entre diversas

já que um dos reagentes da reação 2 é o produto da reação 1.

Assim, se por algum motivo não ocorrer a reação 1, deixam de estruturas do organismo. Em nossas articulações móveis,

ocorrer também as reações 2 e 3. por exemplo no cotovelo, existe um líquido chamado de

sinovial, que é constituído basicamente de água e cuja função

é a de diminuir o atrito nessas regiões, facilitando, assim,

ÁGUA o deslizamento de uma superfície óssea sobre a outra.

A água também ajuda na termorregulação (regulação

Entre todas as substâncias que compõem a massa de térmica). O elevado calor de vaporização e o elevado calor

uma estrutura viva, a água é, com raras exceções, a mais específico da água são propriedades que fazem com que ela

abundante. Entretanto, sua taxa ou percentual na matéria exerça importante papel de moderador de temperatura nos

viva não é a mesma em todos os organismos, variando de seres vivos. Um exemplo é a evaporação da água por meio

acordo com a espécie, a atividade metabólica e a idade. de superfícies (pele, folhas, etc.) de organismos terrestres,

Num indivíduo adulto da espécie humana, por exemplo, que ajuda a manter a temperatura corporal dentro de uma

a água corresponde a cerca de 65% da massa corporal; em faixa de normalidade compatível com a vida. Como tem

determinadas espécies de fungos, também na fase adulta, alto calor de vaporização, a água, quando evapora, absorve

a água representa cerca de 85% da massa; já nas medusas ou retira grande quantidade de calor dessas superfícies,

resfriando-as. Essa situação normalmente acontece em (“águas-vivas”), o teor de água pode chegar a 98%. A maior

nosso organismo quando a água contida no suor sofre parte dessa água encontra-se no meio intracelular.

evaporação. Assim, quando a temperatura do ambiente

A água é indispensável para que ocorra o metabolismo, ultrapassa determinados valores ou quando o corpo

pois a grande maioria das reações metabólicas só ocorre esquentando (devido a exercícios físicos mais intensos, por

em meio aquoso devido à propriedade da água de dissolver exemplo), as nossas glândulas sudoríparas são estimuladas

muitos dos reagentes, o que facilita a ocorrência das reações. a produzir e eliminar mais suor. A água contida no suor

Além disso, a própria água participa como reagente de evapora, roubando calor da nossa pele e contribuindo, dessa

importantes reações metabólicas. A taxa de água varia maneira, para abaixar a nossa temperatura corporal.

Isso

de maneira direta em relação à atividade metabólica, ou evita que temperaturas internas mais altas comprometam

seja, quanto maior a atividade metabólica de uma célula, nossas atividades metabólicas normais. A água é a principal

um tecido ou um órgão, maior deverá ser a taxa de água substância que atua na manutenção da nossa temperatura

nessas estruturas. corporal.

4 Coleção Estudo

Composição química dos seres vivos: água e sais minerais

Como desempenha importantes funções no organismo, Sob a forma iônica (Ca^{++}), o cálcio participa de importantes

é fácil compreender por que os seres vivos precisam manter reações do metabolismo, como as da **coagulação**

um equilíbrio hídrico no meio interno, isto é, manter a taxa **sanguínea** e **contração muscular**. Taxas reduzidas desse

de água estável no interior de suas células, tecidos e órgãos. íon no plasma sanguíneo (hipocalcemia) podem trazer como

Para manter esse equilíbrio, a água perdida ou eliminada para consequência um retardamento da coagulação do sangue e

o meio externo através da urina, das fezes, da transpiração, um mau funcionamento dos músculos. Os íons Ca^{++} também

da respiração e de outros processos fisiológicos precisa ser são necessários para a transmissão de impulsos nervosos.

reposta, para proteger o organismo de uma desidratação Leite e derivados (queijo, iogurte, etc.), grãos de cereais,

excessiva (perda excessiva de água). legumes, nozes e sardinha são exemplos de alimentos ricos

em
cálcio.

A elevada taxa de água existente nos seres vivos

e a dependência metabólica para com ela podem ser
Fósforo (P) uma consequência da própria origem da vida em nosso

planeta. Uma das hipóteses mais aceitas atualmente pela

Juntamente com o cálcio, sob a forma de fosfato de cálcio,

comunidade científica admite que as primeiras formas $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$, participa da formação de estruturas esqueléticas.³

de vida surgiram nos oceanos primitivos há cerca de 4,2 bilhões de anos. Na forma de íon fosfato (PO_4^{3-}), participa da formação das 3,5 bilhões de anos. Portanto, de acordo com essa hipótese, moléculas dos ácidos nucleicos (DNA e RNA) e do ATP. foi no meio aquoso que ocorreram certas reações químicas

que culminaram com o surgimento dos primeiros seres vivos. Leite e derivados, carnes, peixes e cereais são alimentos

vivos. Assim, a dependência da água para que ocorressem ricos em fósforo.

essas reações teria persistido com o decorrer da evolução **Ferro (Fe)** (transformação e formação de novas espécies) nas

unidades fundamentais dos seres vivos, isto é, nas suas células. Como se trata de uma hipótese, podemos aceitá-la. Os sais de ferro são importantes porque fornecem

o íon Fe^{2+} , que entra na constituição de importantes ou não. Entretanto, não podemos negar o fato de que a vida,

moléculas proteicas, como os citocromos e a hemoglobina.

tal como a conhecemos em nosso planeta, não pode existir

Os citocromos atuam como transportadores de elétrons

sem água. A vida depende das reações metabólicas, e tais

nas reações da cadeia respiratória da respiração celular **BIOLOGIA**

reações dependem da água.

aeróbia e nas reações de fotofosforilações da fotossíntese.

SAIS MINERAIS A hemoglobina, existente no sangue de muitos animais,

tem como principal função transportar o oxigênio (O_2) no organismo. A carência de ferro acarreta uma diminuição

Representando em média de 3 a 5% da massa dos seres da taxa normal de hemoglobina, caracterizando um tipo

vivos, os minerais podem ser encontrados na matéria de anemia conhecida por anemia ferropriva. viva sob a forma insolúvel, imobilizados em estruturas

Carnes, vísceras (fígado, rim, coração, etc.), espinafre, esqueléticas, como também sob a forma solúvel, dissolvidos

couve, brócolis, feijão e ervilha são exemplos de alimentos

na água e dissociados em íons.

ricos
em sais
de
ferro.

Os animais normalmente os obtêm por meio da ingestão

de alimentos e de água (que também apresenta certa taxa **Magnésio (Mg)** de minerais dissolvidos). Os vegetais normalmente os

obtêm absorvendo-os do meio juntamente com a água. Sob a forma iônica (Mg^{++}), participa das reações de

fosforilação que sintetizam o ATP e da formação de algumas

Dentre os diversos minerais encontrados nos seres vivos,

enzimas. Nas plantas, entra na constituição das moléculas

destacam-se:

de clorofila, substância responsável pela absorção da luz

Cálcio (Ca) necessária à realização da fotossíntese.

Carnes, cereais e vegetais verdes, em geral, são

Sob a forma de sal insolúvel, é encontrado dando rigidez importantes fontes de magnésio.

às estruturas esqueléticas (ossos, dentes, conchas de

moluscos, casca de ovos, etc.). No corpo humano, o

cálcio **Sódio (Na)** é o mineral mais abundante, constituindo cerca de 1,5%

do total da nossa massa corporal, e a maior parte dele é Sob a forma de Na^+ , é essencial para a condução dos encontrada nos ossos sob a forma de fosfato de cálcio. impulsos nervosos. Também exerce papel importante

Por isso, a carência desse elemento na infância pode na manutenção do equilíbrio hídrico ou osmótico das

comprometer a formação normal dos ossos, caracterizando células. O cloreto de sódio (NaCl), também conhecido por um quadro conhecido por **raquitismo** (ossos tortuosos sal de cozinha, muito utilizado como tempero em nossa

e fracos). Nos adultos, a sua carência pode causar culinária, é uma das principais fontes desse elemento

para

osteoporose (ossos fracos). o nosso organismo.

Editora Bernoulli 5

Frente A Módulo 01

Potássio (K) Cobre (Cu)

Assim como o sódio, os íons K^+ têm importante papel

Na forma iônica (Cu^{++}), faz parte da molécula de

na condução dos impulsos nervosos e na manutenção do hemocianina, pigmento respiratório de cor azul, encontrado

equilíbrio hídrico. Ao contrário dos íons Na^+ , a concentração no sangue de alguns animais (crustáceos e moluscos,

dos íons K^+ é maior no meio intracelular. por exemplo), cuja função é fazer o transporte de

oxigênio
no
organismo.

Carnes, leite e muitos tipos de frutas (banana, por

exemplo) são importantes fontes de potássio. **Flúor**

(F)

Cloro (C l) Importante para a formação dos ossos e do esmalte dos dentes. É encontrado na água e em alguns alimentos

O C (peixes, chás). Em regiões onde o teor de flúor na água l- é outro íon que desempenha importante papel

no equilíbrio hídrico. Além disso, no estômago de muitos destinada ao consumo da população é baixo, deve-se

animais, participa da formação do HC adicioná-lo à água potável nas estações de tratamento l (ácido clorídrico).

O HC (fluoretação) para reduzir a incidência da cárie dental. l é um dos componentes do suco gástrico, secreção

que atua na digestão de determinados tipos de alimentos, O excesso de flúor, entretanto, acarreta a fluorose, doença

em especial aqueles que são ricos em proteínas. que provoca lesões ósseas e manchas nos dentes.

O sal de cozinha é uma importante fonte de cloro para

o nosso organismo. **EXERCÍCIOS DE**

FIXAÇÃO

Iodo (I) 01. (UEG-GO-2006) O esquema a seguir ilustra algumas

etapas do metabolismo animal.

Entra na constituição de hormônios tireoidianos, produzidos pela glândula tireoide. Essa glândula localiza-se

na base do pescoço (na frente da traqueia) e produz os anabolismo hormônios T (tri-iodotironina) e T (tetraiodotironina ou ^{3 4}

tiroxina), que estimulam as reações do metabolismo em todo ismo catabol o corpo (metabolismo geral). Para produzir esses hormônios,

a tireoide necessita de iodo, o que torna imprescindível a

utilização de sais de iodo na nossa alimentação.

Tendo em vista as características do metabolismo, analise

Os alimentos mais ricos em sais de iodo são aqueles

as
afirmativ

vindos do mar (peixes, crustáceos, moluscos, algas),

I. O catabolismo se caracteriza como metabolismo

como também os vegetais terrestres, uma vez que

construtivo, no qual o conjunto de reações de síntese

eles absorvem sais de iodo do solo, junto com a água. será necessário para o crescimento de novas células

Os solos mais ricos em iodo são os que estão localizados e a manutenção de todos os tecidos, ao contrário do mais próximos do litoral. Solos mais afastados do litoral e anabolismo.

os de regiões montanhosas são mais pobres em sais de iodo II. Uma parte do alimento ingerido é levada para a

e, conseqüentemente, os vegetais que aí crescem também célula, onde é quebrada e oxidada, transformando-se

são pobres em iodo. em moléculas menores, processo chamado de

respiração celular, no qual é produzida a energia

A falta de sais de iodo em nosso organismo ocasiona necessária às diversas transformações que ocorrem

o mau funcionamento da tireoide, que passa, então, no organismo.

a produzir taxas menores de hormônios, caracterizando um III. Os seres vivos retiram constantemente matéria e

quadro conhecido por hipotireoidismo. No hipotireoidismo, energia do ambiente, adquirindo novas moléculas que

além de ocorrer uma redução das atividades metabólicas serão utilizadas na reconstrução do corpo, permitindo

do organismo, pode ocorrer a formação do bócio (“papeira”, o crescimento e desenvolvimento do organismo.

“papo”), que consiste no aumento exagerado do volume da tireoide. Marque a alternativa **CORRETA**.

Para evitar o bócio, que ocorria de forma endêmica A) Apenas as proposições I e III são verdadeiras.

(constante) em algumas áreas do nosso país, tornou-se B) Apenas a proposição II é verdadeira.

obrigatório, por lei, que as indústrias de sal de cozinha C) Apenas as proposições II e III são verdadeiras.

acrescentassem ao seu produto certo percentual de iodo. D) Apenas a proposição III é verdadeira.

6 Coleção Estudo

Composição química dos seres vivos: água e sais minerais

02. (UFPR–2008) A água apresenta inúmeras propriedades **05.** (UFF-RJ–2009) Os sais minerais são de importância

que são fundamentais para os seres vivos. Qual, vital para o bom funcionamento de diversos processos

dentre as características a seguir relacionadas, é uma fisiológicos, sendo necessária a reposição da concentração

propriedade da água de importância fundamental para de cada íon para que seja mantida a homeostasia do

os sistemas biológicos? organismo. O gráfico e a tabela a seguir mostram a

concentração e algumas atividades biológicas de três íons

A) Possui baixo calor específico, pois sua temperatura

em seres humanos.

varia com muita facilidade.

150

B) Suas moléculas são formadas por hidrogênios de

disposição espacial linear. 120

Citossol

C) Seu ponto de ebulição é entre 0 e 100 °C. 30 Extracelular

D) É um solvente limitado, pois não é capaz de se 20

misturar com muitas substâncias. 10

E) Possui alta capacidade térmica e é solvente de muitas 0 III
substâncias. I II íons

03. (UFF-RJ) A taxa de água varia em função de três fatores
Atividade biológica Íon envolvido

básicos: atividade do tecido ou órgão (a quantidade de Condução
nervosa I, II

água é diretamente proporcional à atividade metabólica Contração
muscular III

do órgão ou tecido em questão); idade (a taxa de Coagulação III

água decresce com a idade) e a espécie em questão

(o homem 65%, fungos, 83%, celenterados, 96%, etc.). Analisando o
gráfico e a tabela, pode-se afirmar que os

Baseando nesses dados, o item que representa um $+2$ A) Ca íons representados por I, II e III são, respectivamente, Na^+ e K^+ D) K^+ , Na^+ e Ca^{2+}

conjunto de maior taxa hídrica é:

B) Na^+ , K^+ e Ca^{2+} E) Na^+ , Ca^{2+} e K^+

A) Coração, ancião, cogumelo. C) K^+ , Ca^{2+} e Na^+

BIOLOGIA

B) Estômago, criança, abacateiro.

C) Músculo da perna, recém-nascido, medusa.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

D) Ossos, adulto, “orelha-de-pau”.

E) Pele, jovem adolescente, coral. **01.** (PUC-RS) Recentes descobertas sobre Marte, feitas pela

NASA, sugerem que o Planeta Vermelho pode ter tido vida

04. no passado. Essa hipótese está baseada em indícios (UFRGS) Associe os elementos químicos da coluna da

esquerda com as funções orgânicas da coluna da direita. A) da existência de esporos no subsolo marciano.

B) da presença de uma grande quantidade de oxigênio

1. Magnésio () Formação do tecido ósseo. em sua atmosfera.

C) de marcas deixadas na areia por seres vivos.

2. Potássio () Transporte de oxigênio.

D) da existência de água líquida no passado.

3. Iodo () Assimilação de energia. E) de sinais de rádio oriundos do planeta.

4. Cálcio () Luminosa. **02.** (PUC Rio) A água será o bem mais precioso neste século

por ser essencial aos seres vivos. Indique a alternativa

5. Sódio () Equilíbrio de água no corpo.

que apresenta a afirmativa **CORRETA** sobre esse líquido.

6. Ferro () Transmissão de impulso A) A atividade metabólica de uma célula está diretamente

nervoso. relacionada à condição de hidratação dessa célula.

B) Os seres aquáticos obtêm o oxigênio necessário para

A sequência numérica **CORRETA**, de cima para baixo, sua respiração a partir da molécula de água.

na coluna da direita, é

C) Os seres terrestres não dependem da água para sua

A) 4 – 3 – 1 – 5 – 2. reprodução, respiração e metabolismo.

B) 5 – 6 – 3 – 4 – 1. D) A água só dissolve as moléculas celulares, mas não

participa das atividades celulares.

C) 4 – 6 – 1 – 5 – 2.

E) A água tem baixo calor específico e, por isso, não

D) 5 – 4 – 3 – 6 – 1. consegue absorver o excesso de calor produzido no

E) 6 – 4 – 2 – 3 – 1. corpo, provocando produção de suor.

Frente A Módulo 01

03. (PUC Minas) As reações de análise que ocorrem no **08.** (UFMG) Devem constar na dieta humana íons

organismo e que comumente liberam energia são reunidas correspondentes aos seguintes elementos químicos,

sob a designação de **EXCETO**

A) anabolismo. D) proteolismo. A) cálcio. D) sódio.

B) hemibalismo. E) metabolismo. B) cloro. E) mercúrio.

C) catabolismo. C) ferro.

04. 09. (ACAFE-SC) A alternativa que apresenta a correspondência (PUC Rio) Para a realização de alguns processos

fisiológicos, o organismo humano tem necessidade de **ADEQUADA** é íons de cálcio. Entre os mecanismos que dependem

diretamente desses íons para sua realização, tem-se **Principais Sais minerais Funções alimentos** A) excreção de toxinas e atividades da tireoide.

B) digestão de alimentos básicos e respiração. Forma a A) Magnésio Leite e frutas hemoglobina C) coagulação do sangue e contração muscular.

05. D) atividade neurológica e oferta de O Forma a Cereais e 2 às

células. B) Ferro clorofila hortaliças E) crescimento dos ossos e atividade da hipófise. Laticínios, Forma ossos e C) Cálcio hortaliças e dentes folhas verdes (FCMSC-SP) Pode-se dizer **CORRETA** que o teor

de água nos tecidos dos animais superiores Faz parte dos Fígado e D) Flúor hormônios legumes A) é maior quanto maior o seu metabolismo e diminui Atua no com o aumento da idade. E) Iodo trabalho dos Carne e ovos

B) é maior quanto maior o seu metabolismo e aumenta nervos com o aumento da idade.

C) é maior quanto menor o seu metabolismo e diminui **10.** (UNIFE-SP) Um ser humano tem de 40% a 60% de sua

com o aumento da idade. massa corpórea constituída por água. A maior parte dessa

D) é maior quanto menor o seu metabolismo e aumenta água encontra-se localizada

com o aumento da idade. A) no meio intracelular.

E) apresenta variações diferentes das citadas nas B) no líquido linfático.

alternativas anteriores. C) nas secreções glandulares e intestinais.

06. D) na saliva. (FMU-SP) Os sais minerais possuem funções diversificadas,

E)
no
plasma
sanguíneo

podendo existir, nos seres vivos, dissolvidos em água, sob

a forma de íons, ou imobilizados como componentes

de **11.** (UFSC) A água é a substância mais abundante na constituição

esqueletos. Assim sendo, podemos dizer que, dos sais

dos mamíferos. É encontrada nos compartimentos

minerais encontrados sob a forma de íon,

extracelulares (líquido intersticial), intracelulares (no

A) o cálcio está presente na clorofila e é indispensável citoplasma) e transcelulares (dentro de órgãos como a

para que ocorra o processo de fotossíntese.

bexiga e o estômago). Sobre a água e sua presença nos

B) o sódio apresenta-se sempre em concentrações

mamíferos, é **CORRETO** afirmar que

maiores dentro da célula do que fora dela.

01. a quantidade em que é encontrada nos organismos

C) o ferro está presente na hemoglobina, molécula

é invariável de espécie para espécie.

responsável pelo transporte de oxigênio no

organismo. 02. com o passar dos anos, existe uma tendência de

D) o magnésio é um íon indispensável na transferência aumentar seu percentual em um determinado tecido.

de energia nos processos metabólicos celulares. 04. é importante fator de regulação térmica dos

organi

07. (UFRN) Elementos que fazem parte da constituição 08. em tecidos metabolicamente ativos, é inexistente.

das moléculas de ATP, clorofila e hemoglobina são,

16. participa da constituição dos fluidos orgânicos que respectivamente,
transportam substâncias dissolvidas por todo o corpo.

A) magnésio, ferro e fósforo.

32. constitui meio dispersante para facilitar a realização

B) ferro, magnésio e fósforo.

das reações químicas.

C) fósforo, magnésio e ferro.

D) magnésio, fósforo e ferro. Dê como resposta a soma dos números das afirmativas

E) fósforo, ferro e magnésio. **CORRETAS:** _____

8 Coleção Estudo

Composição química dos seres vivos: água e sais minerais

12. Durante uma biópsia, foi isolada amostra de tecido (UFG) Analise as afirmativas a seguir:

01. O íon potássio está relacionado com a condução dos para análise em um laboratório. Enquanto intacta, essa

impulsos nervosos. amostra pesava 200 mg. Após secagem em estufa,

02. O íon cálcio participa da composição do suco gástrico. quando se retirou toda a água do tecido, a amostra passou

04. O íon sódio é encontrado no sangue, como componente a pesar 80 mg. Baseado na tabela, pode-se afirmar que

das moléculas da hemoglobina. essa é uma amostra de

08. O iodo é um dos componentes das moléculas da

hemocianina, pigmento transportador de oxigênio A) tecido nervoso – substância cinzenta. presente no sangue dos crustáceos. B) tecido nervoso – substância branca.

16. O íon magnésio tem grande importância para os seres C) hemácias.

vivos, pois faz parte das moléculas de numerosos

D) tecido conjuntivo.

pigmentos respiratórios, como a hemoglobina.

32. Em sua maioria, os sais minerais são insolúveis e E) tecido adiposo.

formam pequenos cristais.

Dê como resposta a soma dos números das afirmativas **02.** (Enem–2000) *No Brasil, mais de 66 milhões de*

CORRETAS: _____ *pessoas beneficiam-se hoje do abastecimento de água*

fluoretada, medida que vem reduzindo, em cerca de

13. (Unicamp-SP) *A adição de iodo ao sal de cozinha foi 50%, a incidência de cáries. Ocorre, entretanto, que*

estabelecida por lei governamental, após a análise da profissionais de saúde muitas vezes prescrevem flúor

principal causa da elevada incidência de pessoas com oral ou complexos vitamínicos com flúor para crianças ou

bócio (também conhecido como papo ou papeira) no país. gestantes, levando à ingestão exagerada da substância.

EXPLIQUE, do ponto de vista fisiológico, por que essa *O mesmo ocorre com o uso abusivo de algumas marcas*

medida deu bons resultados.

14. – *fluorose – nos dentes pode ocasionar desde efeitos*

(UFU-MG) A água é a substância que se encontra em maior quantidade no interior da célula. Isso se justifica *estéticos até defeitos estruturais graves.*

pelos importantes papéis que exerce nos processos *Foram registrados casos de fluorose tanto em cidades* **BIOLOGIA**

metabólicos. *com água fluoretada pelos poderes públicos como em*

A) Qual o papel da água na regulação térmica dos *outras abastecidas por lençóis freáticos que naturalmente*

animais? contém flúor.

B) Por que pessoas desidratadas correm risco de morrer? APCD, *Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas,*

v. 53, n. 1, jan-fev, 1999. (Adaptação).

SEÇÃO ENEM Com base no texto e em seus conhecimentos sobre o

assunto, analise as afirmações a seguir:

01. (Enem–2005) A água é um dos componentes mais

importantes das células. A tabela a seguir mostra como a I. A fluoretação da água é importante para a manutenção

quantidade de água varia em seres humanos, dependendo do esmalte dentário, porém não pode ser excessiva.

do tipo de células. Em média, a água corresponde a 70% da

II. Os lençóis freáticos citados contêm compostos de

composição química de um indivíduo normal.

flúor em concentrações superiores às existentes na
água tratada.

Tipo de célula Quantidade de água

III. As pessoas que adquiriram fluorose podem ter

Tecido nervoso – substância cinzenta 85% utilizado outras fontes de
flúor, além da água de

abastecimento público, como cremes dentais e

Tecido nervoso – substância branca 70%

vitaminas com flúor.

Medula óssea 75%

Tecido conjuntivo Pode-se afirmar que apenas 60%

Tecido adiposo A) I é correta. 15%

Hemácias B) II é correta. 65%

Coagulação 20% C) III é correta.

Fonte: JUNQUEIRA, L.C. e CARNEIRO, J. D) I e III são corretas.
Histologia Básica . 8. ed.

Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1985. E) II e III são corretas.

Editora Bernoulli 9

Frente A Módulo 01

03. (Enem–2009 / ANULADA) A água apresenta propriedades

físico-químicas que a coloca em posição de destaque como substância essencial à vida. Dentre essas, destacam-se 09. C as propriedades térmicas biologicamente muito importantes, por exemplo, o elevado valor de calor latente 10. A de vaporização. Esse calor latente refere-se à quantidade

11.
Soma
=
52

de calor que deve ser adicionada a um líquido em seu ponto de ebulição, por unidade de massa, para convertê-lo 12. Soma = 1

em vapor na mesma temperatura, que no caso da água é igual a 540 calorias por grama. 13. O iodo é necessário para que a glândula tireoide

A propriedade físico-química mencionada no texto confere produza seus hormônios. A falta de iodo é uma

à água a capacidade de das causas do hipotireoidismo, anomalia em que

A) servir como doador de elétrons no processo de a glândula, além de produzir pouco ou nenhum

fotossíntese. hormônio, pode se hipertrofiar, aumentando de

B) funcionar como regulador térmico para os organismos volume e caracterizando o bócio. A medida de se

vivos.

acrescentar iodo ao sal de cozinha veio suprir a

C) agir como solvente universal nos tecidos animais e

vegetais. população com a quantidade de iodo necessária

D) transportar os íons de ferro e magnésio nos tecidos para o perfeito funcionamento da tireoide.

vegetais.

14. A) Como tem elevado calor específico, a água,

E) funcionar como mantenedora do metabolismo nos

organismos vivos. ao receber ou perder energia (calor),
sofre

lentamente variação de temperatura, ou seja,

a temperatura da água sobe muito lentamente

GABARITO (ao receber calor) e cai mais devagar (ao
perder

calor). Como também tem elevado calor de

Fixação vaporização, a água, ao evaporar, retira calor

da superfície externa do corpo dos seres vivos,

01. C ajudando a manter a temperatura corporal

dentro de uma faixa de normalidade compatível

02. E

03. C

B) A água é indispensável para a ocorrência das

04. C reações metabólicas. Assim, a desidratação

traz como consequência uma redução de todo

05. B

o metabolismo, além de diminuir o volume de

Propostos líquidos circulantes (sangue), o que traz como consequência uma redução no transporte de

01. D oxigênio e nutrientes para os tecidos, bem

como na eliminação dos catabólitos (ureia, por

02. A

ex

03. C

04. C **Seção Enem**

05. A 01. D

06. C 02. D

07. C 03. B

10 Coleção Estudo **BIOLOGIA MÓDULO**
FRENTE Composição química dos
02 A seres vivos: aminoácidos,

proteínas e enzimas

AMINOÁCIDOS Assim, nos animais, os aminoácidos podem ser classificados em naturais e em essenciais.

Aminoácidos são compostos orgânicos que possuem • **Aminoácidos naturais (não essenciais,**

em suas moléculas os grupamentos **amino ($-NH$) e dispensáveis)** são aqueles que o organismo animal ₂ **carboxila ($-COOH$).** consegue fabricar em seu próprio corpo.

Grupamento • **Aminoácidos essenciais (indispensáveis)** são H H

amino ($-NH$ aqueles que o animal não consegue sintetizar em seu) ₂ N próprio corpo e que, portanto, devem ser obtidos por Grupamento O meio da alimentação. carboxila C R C ($-COOH$)
Classificar um aminoácido como natural ou essencial

O H depende da espécie de animal, uma vez que um mesmo

H tipo de aminoácido pode ser natural para uma espécie e

Fórmula geral dos aminoácidos – Observe que a molécula essencial

para outra. do aminoácido tem um átomo central de carbono (carbono α) A tabela a seguir relaciona os aminoácidos naturais e

ao qual se ligam um grupo amino (NH_2), um grupo carboxila essenciais para um indivíduo adulto da espécie humana.

($COOH$), um hidrogênio (H) e um radical (R).

A diferença entre os diversos tipos de aminoácidos é feita Espécie humana

pelo radical. Veja os exemplos a seguir. Aminoácidos naturais Aminoácidos essenciais

Aminoácido alanina (Ala) Aminoácido glicina (Gli)
Ácido aspártico (Asp) Fenilalanina (Phe)

Radical H H H H Ácido glutâmico (Glu) Isoleucina (Ile)

H Alanina (Ala) Leucina (Leu) N N O Radical O
Arginina (Arg) Lisina (Lys)

H C C C H C C Asparagina (Asn) Metionina (Met) O H O
H H H Cisteína (Cys) Treonina (Thr) H

Glutamina (Gln) Triptofano (Trp)

Aminoácido ácido aspártico (Asp)

Glicina (Gly) Valina (Val)

H H

Radical Histidina (His) H N O Prolina (Pro) O

C C C C Serina (Ser)

H O O H Tirosina (Tyr)

H H

Obs.: A histidina é um aminoácido essencial apenas na

**Plantas e animais necessitam de diferentes tipos de
infância, sendo que mais tarde passa a ser sintetizada**

**aminoácidos para seu crescimento, desenvolvimento e
em nosso organismo.**

sobrevivência. As plantas são capazes de fabricar em
suas Alimentos ricos em proteínas são importantes
fontes células e tecidos todos os tipos de aminoácidos
de que de aminoácidos para o nosso organismo,
notadamente de necessitam. Os animais, por sua vez,
conseguem fabricar no aminoácidos essenciais. corpo
apenas alguns tipos de aminoácidos. Os aminoácidos

que os animais não conseguem sintetizar no próprio
Carnes, ovos, leite e derivados, leguminosas, como a
soja,

organismo precisam ser obtidos por meio da
alimentação. o feijão, a ervilha e outras são alimentos
ricos em proteínas.

Editora Bernoulli 11

Frente A Módulo 02

Ao serem ingeridas, as proteínas são digeridas, isto é, grego *oligo*, pouco) e **polipeptídeos** (do grego *poli*, muito)

são “quebradas”, até serem convertidas em aminoácidos, também são usados para se referir às moléculas peptídicas

que serão, então, absorvidos e distribuídos pela corrente resultantes, respectivamente, da união de poucos e de

sanguínea para as células dos diversos tecidos do nosso muitos aminoácidos. Nesses compostos, os aminoácidos

corpo. No interior das células, esses aminoácidos serão se mantêm unidos uns aos outros por meio de uma ligação

utilizados na síntese de novas moléculas proteicas, podendo química covalente denominada **ligação peptídica**.

ainda, no caso do fígado, ser utilizados na fabricação de outros A ligação peptídica se faz entre o carbono do grupo

aminoácidos por meio das reações de transaminação. carboxila de um dos aminoácidos com o nitrogênio do grupo

As proteínas que fornecem todos os aminoácidos essenciais amino do outro aminoácido. Para que se forme uma ligação

em boa quantidade são chamadas de **proteínas**

completas, desse tipo, o grupo carboxila de um dos aminoácidos perde

enquanto aquelas que não fornecem todos os aminoácidos o seu grupamento hidroxila (OH), enquanto o grupo amino

essenciais de que necessitamos são denominadas **proteínas** do outro aminoácido perde um de seus hidrogênios (H).

incompletas. A hidroxila e o hidrogênio liberados reagem entre si

Os aminoácidos podem ligar-se uns aos outros, formando formando água (H O). Assim, toda vez que se forma uma ₂

compostos mais complexos. Dependendo do número de ligação peptídica, há também a formação de uma molécula

aminoácidos que se uniram para formá-los, esses compostos de água. Trata-se, portanto, de um exemplo de **síntese por**

podem ser chamados de **dipeptídeos, tripeptídeos, desidratação**, uma vez que a água é um dos produtos da

tetrapeptídeos, etc. Os termos **oligopeptídeos** (do reação. Veja os exemplos adiante.

1 Grupamento

H H amino-terminal

Aminoácido 1

N

O H H H H

R C C₁ Ligação N N O H O O peptídica

Aminoácido 1 H R R C C C C₁₁ H O H H H N H H
O H H

N O H O O H₂ O N R C C₁

R H C C₂

R C C₂ O H Grupamento

O H H ácido-terminal

H Aminoácido 2

Aminoácido 2

Dipeptídeo

2 Aminoácido 1

H
H
H

H H

N H O₂ Ligação N

O O peptídica

Aminoácido 1 R R C C C C₁₁ H O H H H Ligação H H N

O peptídica H O₂ N R C C O₂ H

Aminoácido 2 R C C₂ H N O H O H H R
C C₃ O H N O H

R C C₃

O H

H

Aminoácido 3
Tripeptídeo

Observe nas figuras 1 e 2 que, após a união dos aminoácidos, o peptídeo resultante continua tendo em sua molécula os grupamentos

carboxila (–COOH) e amino (–NH), localizados em suas extremidades e, por isso, passam a ser chamados de **grupamentos ácido-terminal e amino-terminal**.

12 Coleção Estudo

Composição química dos seres vivos: aminoácidos, proteínas e enzimas

PROTEÍNAS • Estrutura primária da proteína
– É a sequência linear de seus aminoácidos, sendo muito

importante para a função que a proteína irá

Proteínas ou protídios (do grego *proteios*,

primeiro,

desempenhar. Essa sequência de aminoácidos é

dezenas ou centenas de aminoácidos. O critério para determinada geneticamente. fundamental) são polipeptídeos resultantes da união de caracterizar se um polipeptídeo é também uma proteína é A estrutura primária de uma proteína é mantida

variável, segundo classificação de diversos autores. Muitos por ligações peptídicas, no entanto as moléculas de

consideram que todo polipeptídeo resultante da união de proteínas não são como fios esticados, arranjando-se

pelo menos 70 aminoácidos é também uma proteína. Outros em uma configuração tridimensional estável. preferem considerar como proteínas os polipeptídeos com peso molecular a partir de 6 000 Daltons (1 Dalton é igual • **Estrutura secundária da proteína** – Pode ter duas à massa de um átomo de hidrogênio). Embora existam formas básicas: a alfa-hélice (com configuração

controvérsias, pode-se concluir que toda proteína é um helicoidal) e a folha-beta (pequenos segmentos que

polipeptídeo, mas nem todo polipeptídeo é uma proteína. se arranjam paralelamente entre si). A estrutura

Pode-se dizer também que as proteínas são **polímeros** de secundária é mantida por pontes de hidrogênio entre

aminoácidos. Polímeros são macromoléculas formadas pela átomos de aminoácidos que estão próximos ao longo

união de muitas unidades menores e semelhantes, chamadas da cadeia.

genericamente de monômeros. No caso das proteínas,
• **Estrutura terciária da proteína** – É resultante da os monômeros são os aminoácidos. atração entre radicais de aminoácidos localizados

As proteínas são formadas por apenas 20 tipos diferentes de em regiões distantes da molécula, levando ao

aminoácidos. Em algumas, além dos aminoácidos, encontra-se dobramento da estrutura secundária (alfa-hélices e

um outro constituinte, chamado genericamente de grupo folhas-beta) sobre si mesma, dando à molécula um

prostético. O grupo prostético pode ser um carboidrato, um aspecto mais globular. lipídio, um ácido nucleico, um mineral, etc. Assim, podem-se

classificar as proteínas em dois grupos: proteínas simples e

proteínas conjugadas. α

• **Proteínas simples** são aquelas constituídas

apenas de aminoácidos. É o caso, por exemplo,

da **queratina**, proteína encontrada na pele, nos
BIOLOGIA

cabelos, nas unhas, nos cascos e chifres de
animais

e que exerce importante papel na
impermeabilização

dessas estruturas.

- **Proteínas conjugadas (complexas)** são aquelas

que contêm outras substâncias além de
aminoácidos.

A porção constituída de aminoácidos de uma
proteína β

a parte constituída pela substância diferente de
Estrutura secundária Estrutura terciária
conjugada é chamada de **apoproteína**,
enquanto aminoácidos é chamada de **grupo
prostético**.

- **Estrutura quaternária da proteína** – É a união



A **hemoglobina**, encontrada no sangue de muitos



de duas ou mais cadeias polipeptídicas, iguais ou



tem como grupo prostético o pigmento heme, no diferentes, formando uma única molécula proteica. animais, é um exemplo de proteína conjugada que

qual há íons de ferro. Por exemplo: a molécula de hemoglobina humana é



constituída por quatro cadeias polipeptídicas ($\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$)



as proteínas conjugadas podem ser distribuídas em diversos De acordo com a natureza química do grupo prostético, β_1 e β_2) unidas entre si pelos grupos heme. α_1 e α_2 grupos. Veja os exemplos a seguir: β_1 e β_2



Cadeia alfa Cadeia beta



Proteínas conjugadas Grupo prostético Heme

Lipoproteínas Lipídeo

Glicoproteínas β α 2 Polissacarídeo2

Cadeia beta Cadeia alfa

Nucleoproteínas Ácido nucleico

Fosfoproteínas Ácido fosfórico



Flavoproteínas Riboflavina (Vitamina B) **Hemoglobina humana** –
Das quatro cadeias constituintes da 2

molécula de hemoglobina humana, duas são chamadas cadeias

Metaloproteínas Metal *alfa* (α_1 e α_2) e duas, cadeias beta (β_1 e β_2).

As duas cadeias alfa

são idênticas entre si, assim como as duas beta também são

A molécula proteica pode ser formada por uma ou

mais cadeias polipeptídicas, podendo apresentar as $++$ idênticas entre si. As quatro cadeias estão unidas pelos grupos seguintes estruturas: heme, que possuem Fe em sua estrutura.

Editora Bernoulli 13

3

3

1

1

■

.

—







—

—

·

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

·

■

■

■





10/10



10/10



10/10



10/10

10/10









Frente A Módulo 02

Altas temperaturas, alterações bruscas do pH e altas •
impermeabilização de superfícies – A proteção e

concentrações de certos compostos químicos (ureia,
por impermeabilização de nossa pele, unhas e pelos,
por

exemplo) podem modificar a configuração espacial
das exemplo, é feita pela proteína queratina
(ceratina).

proteínas, fazendo com que suas moléculas se
desenrolem e • **Transporte de gases respiratórios** –
O oxigênio (O_2)

alterem sua configuração nativa (configuração
tridimensional

é transportado dos nossos pulmões para as demais
original da molécula). Essa modificação da confi

guração

partes do organismo pelas moléculas de hemoglobina nativa de uma proteína é denominada desnaturação.

existentes no interior dos glóbulos vermelhos (hemácias). Um certo percentual de gás carbônico (CO_2) produzido nos tecidos é transportado até os pulmões, a fim de ser eliminado do organismo, também pela hemoglobina e por algumas proteínas plasmáticas (proteínas existentes no plasma sanguíneo). Essas proteínas transportadoras dos gases respiratórios (O_2 e CO_2) são conhecidas, Proteína em

espacial da Proteína genericamente, por pigmentos respiratórios. processo de

proteína desnaturada desnaturação A hemoglobina, portanto, é um exemplo de pigmento

respira

Desnaturação das proteínas – A desnaturação altera as

propriedades da proteína, que deixa de desempenhar sua função •

Enzimática – Enzimas são catalisadores orgânicos

biológica normal. que aceleram as reações do metabolismo, isto é,

O processo de desnaturação é, via de regra, irreversível. tornam as reações mais rápidas. A

maioria das

Às vezes, entretanto, a desnaturação pode ser reversível, enzimas é de natureza proteica, isto é, são proteínas.

especialmente se foi causada pela ruptura de forças fracas.

Nesse caso, se os desnaturantes químicos são removidos, **ENZIMAS** a proteína retorna a sua configuração nativa e a sua função normal. Fala-se, então, que houve renaturação.

Enzimas são biocatalisadores, ou seja, substâncias

As proteínas sintetizadas no organismo desempenham as

orgânicas que atuam como catalisadores nas reações do

seguintes funções:

metabolismo

- **Estrutural** – Muitas proteínas participam da formação de importantes estruturas no organismo. Como qualquer catalisador, as enzimas agem diminuindo

A membrana plasmática, película que reveste e a energia de ativação, isto é, a quantidade de energia

protege a célula, é um exemplo de estrutura formada necessária para dar início a uma reação. Desse modo,

basicamente por lipídios e proteínas. Outro exemplo os catalisadores aceleram as reações químicas. Assim,

é o colágeno, proteína que confere resistência aos as reações do metabolismo se tornam mais rápidas graças

ossos, tendões, cartilagens e outras estruturas do à ação das enzimas. Embora certas moléculas de RNA, sob

organismo. certas condições, possam atuar como enzimas (riboenzimas),

- a maioria das enzimas é de natureza proteica.

Hormonal – Muitos hormônios (substâncias

reguladoras) são de natureza proteica. É o caso, por Em diversos casos, uma substância de natureza não exemplo, da proteína insulina (hormônio produzido proteica precisa se ligar a uma enzima para que a mesma no pâncreas e que atua no controle da taxa de glicose possa exercer sua ação catalisadora. Tais substâncias são no sangue). conhecidas por **cofatores** ou **coenzimas**. Os cofatores

- **Defesa** – Um dos mecanismos de defesa do são íons inorgânicos, geralmente metálicos, enquanto organismo é realizado por proteínas especiais, as

coenzimas são moléculas orgânicas, quase sempre

denominadas imunoglobulinas (Ig), conhecidas derivadas de uma vitamina. Os cofatores e as coenzimas são

também por anticorpos. Quando um antígeno essenciais para o funcionamento das enzimas. Essas enzimas

(proteína estranha ao organismo) penetra em nosso

que precisam dos cofatores ou coenzimas são conhecidas

corpo, o nosso sistema imunológico (sistema de defesa) procura elaborar um anticorpo específico co por holoenzimas e a sua parte proteica denomina-se

para neutralizá-lo. **apoenzima.**

• **Contração muscular** – Actina e miosina são

proteínas indispensáveis para a ocorrência das
Holoenzima = Apoenzima + Cofator ou Coenzima

reações de contração muscular.

As enzimas são produzidas no interior das células.

- **Coagulação sanguínea** – A coagulação sanguínea

Muitas permanecem no meio intracelular, onde exercem

é resultado de uma série de reações químicas

que culminam com a formação do coágulo, isto é, sua ação catalisadora; outras, entretanto, são eliminadas

o endurecimento do sangue. Dessas reações para o meio extracelular, onde exercerão sua ação.

Assim,

participam várias substâncias, e, entre elas, algumas conforme exerçam sua ação dentro ou fora das células, as

são proteínas, como a tromboplastina, a protrombina e enzimas podem ser classificadas como **endoenzimas** ou

e o fibrinogênio. **exoenzimas**, respectivamente.

14 Coleção Estudo

Composição química dos seres vivos:
aminoácidos, proteínas e enzimas

Propriedades Tipos de reação química Enzima

Uma das propriedades das enzimas é a **especificidade**

cidade, ou Oxirredução Oxirredutases

seja, as enzimas são específicas para cada tipo de substrato.

São considerados “substratos” as substâncias sobre as quais Desidrogenação Desidrogenases

agem as enzimas. Descarboxilação Descarboxilases

Veja os exemplos a seguir: Algumas enzimas são conhecidas por nomes consagrados

maltase pelo uso e que não obedecem às regras vistas anteriormente.

1. Maltose + Água Glicose + Glicose É o caso, por exemplo, da amilase salivar (enzima presente

lactase na saliva e que atua sobre o substrato amido), que também

2. Lactose + Água Glicose + Galactose é conhecida por ptialina.

Na reação 1, representada anteriormente, a enzima maltase, em Mecanismo de ação presença de água, atua sobre o substrato maltose, acelerando a

lactose, acelerando a reação que o converte em uma molécula de respectivos substratos frequentemente é comparado ao modelo da **chave-fechadura**, ou seja,

assim como cada *glicose e outra de galactose. Como são específicas, nem a maltase* chave se encaixa numa fechadura específica, cada enzima atua sobre a lactose nem a lactase atua sobre a maltose. a enzima lactase, em presença de água, age sobre o substrato O mecanismo de ação das enzimas sobre os seus reação que o converte em duas moléculas de glicose; já na reação 2,

permite o “encaixe” de um substrato específico.

Em uma mesma espécie animal, podem existir certas

enzimas que apresentam formas moleculares ligeiramente Substrato Enzima diferentes, que exibem diferenças na atividade, no pH ótimo de ação, na mobilidade eletroforética, mas que atuam sobre

um mesmo substrato e catalisam a mesma reação. Tais

enzimas são conhecidas por **isoenzimas**. A principal diferença

entre elas está na intensidade da atividade enzimática.

As enzimas agem Sítio ativo *in vivo* (no interior dos seres vivos) e *in*

vitro (fora dos seres vivos). Quando ingerimos um pedaço de carne, por exemplo, as proteínas nele presentes começam

a ser digeridas no estômago por ação da enzima

pepsina **BIOLOGIA**

existente no suco gástrico; se colocarmos um pedaço de

carne no interior de um tubo de ensaio e sobre ele jogarmos

suco gástrico extraído do estômago, a pepsina atuará sobre

as proteínas da carne da mesma maneira.

Algumas reações enzimáticas são **reversíveis**, isto é, Complexo

podem ocorrer nos dois sentidos. Nesse caso, a mesma enzima-substrato enzima atua como catalisador nos dois sentidos da reação,

obedecendo à equação de Michaelis ou equação geral das

enzimas.



Equação de Michaelis – $E = \text{Enzima}$; $S = \text{Substrato}$; $ES = \text{Complexo enzima-substrato}$; $P = \text{produto}$.

Nomenclatura Produtos

A nomenclatura das enzimas, em geral, é feita acrescentando-se o sufixo -ase ao radical do substrato:

Substrato Enzima

Maltose **Mecanismo de ação das enzimas** – O local da molécula
Maltase

enzimática onde o substrato se “encaixa” é denominado sítio

Lactose Lactase ativo ou centro ativo da enzima. Para que possa ocorrer
esse

Amido “encaixe”, a “forma” ou configuração molecular do substrato
Amilase

precisa ser compatível com a configuração do sítio ativo da

Lipídios Lipases enzima. Uma vez ocorrido esse “encaixe”, forma-se o
chamado

Proteínas Proteases complexo enzima-substrato, que acelera o processo
reativo.

Ao término da reação, quando os produtos já estiverem

Pode-se também acrescentar o sufixo -ase ao
radical do formado, a molécula da enzima se liberta e pode
combinar-se

nome do tipo da reação: a uma outra molécula de substrato,
repetindo-se o processo.

Editora Bernoulli 15

Frente A Módulo 02

As enzimas, assim como todos os catalisadores, não se gastam. Lembre-se de que a maioria das enzimas tem natureza

ou não são consumidas durante a reação. Por isso, uma enzima, proteica e de que as proteínas, quando submetidas a

ao participar de uma reação química, chega ao final com sua temperaturas muito elevadas, sofrem o processo de

estrutura inalterada, o que permite que a mesma molécula desnaturação. Assim, em temperaturas elevadas, uma

enzimática possa atuar várias vezes, desde que seja preenchido enzima sofre desnaturação, perdendo sua capacidade

o requisito da especificidade. de atuar como catalisador. A enzima desnaturada pela

Durante muito tempo, o modelo da chave-fechadura, sítio ativo modifica-se, não permitindo mais a formação do temperatura elevada tem sua forma alterada; com isso, o

que admite que o sítio ativo possui um molde rígido complexo enzima-substrato. semelhante a uma fechadura, na qual se encaixaria

uma chave (substrato), foi totalmente aceito. Em 1946, Enzima normal Substrato Linus Pauling demonstrou que o modelo chave-fechadura era inadequado porque a ideia da enzima totalmente

complementar ao substrato é energeticamente pouco eficiente. Pauling admitiu que, no início da reação, a

enzima não precisa ser totalmente complementar ao substrato, precisando sê-lo somente durante o “estado Sítio ativo de transição”. Baseando-se na ideia de Linus Pauling, em 1958, o químico Daniel Koshland propôs o modelo do **encaixe-induzido**, que admite a flexibilidade do sítio ativo, ou seja, o sítio ativo pode sofrer mudanças temporárias de conformação para encaixar-se totalmente ao substrato. Desse modo, a enzima, durante a reação, pode mudar de forma temporariamente, voltando depois à sua estrutura original.

Influência da temperatura, pH e Complexo enzima-substrato concentração do substrato

- 1 – Velocidade máxima da reação
- 2 – Temperatura ótima

Substrato

Não forma complexo enzima-substrato

locidade da reação Enquanto temperaturas muito elevadas desnaturam as

Ve enzimas, destruindo-as, temperaturas muito baixas apenas

inativam ou paralisam as suas atividades, sem, contudo,

destruí-las. Quando a temperatura baixa volta às condições

2 Temperatura normais, a enzima também retorna às suas atividades

catalisadora normais.

Influência da temperatura na velocidade da reação

Velocidade máxima

catalisada por enzima – Cada enzima só funciona dentro de uma determinada faixa de temperatura e, dentro dessa faixa de

atuação, existe uma temperatura “ótima” na qual a atividade

catalisadora da enzima é máxima. A temperatura “ótima” das

enzimas não é a mesma para todas as espécies de seres vivos.

No caso de certas espécies de peixes que vivem no Ártico, por exemplo, ela pode ser próxima de 0°C ; em certas bactérias e algas que vivem em fontes de águas térmicas, é de cerca de 80°C .

Entretanto, para a maioria das espécies de seres vivos, a Velocidade da reação temperatura “ótima” das enzimas fica na faixa de 37°C a 40°C .

Na espécie humana, por exemplo, é de aproximadamente 37°C . pH ótimo Valores de pH

16 Coleção Estudo

Composição química dos seres vivos: aminoácidos, proteínas e enzimas

Influência do pH sobre a velocidade da reação semelhantes às do substrato, e, por isso, tais moléculas

catalisada por uma enzima – As enzimas também sofrem também são capazes de se “encaixar” nos sítios ativos das

influência do pH do meio em que está ocorrendo a reação. enzimas, onde normalmente se “encaixam” as moléculas do

Cada enzima só funciona dentro de uma determinada faixa substrato. Uma vez que tanto o substrato como o inibidor

de pH e, dentro dessa faixa de atuação, existe um pH no podem ligar-se à enzima, diz-se que eles competem entre

qual a sua atividade é máxima: é o chamado pH “ótimo” da si pelo sítio ativo da enzima. A enzima, uma vez ligada ao

enzima. inibidor, não pode ligar-se ao substrato e, consequentemente,

não pode catalisar a reação que transforma o substrato em determinados produtos. Assim, é como se não existisse a

X enzima no meio.

locidade da reação

Ve

Y

Concentração do substrato

Infl uência da concentração do substrato na velocidade

da reação catalisada por enzima – Desde que a quantidade

de enzimas no meio se mantenha constante, sua ação é

proporcional à concentração do substrato. Assim, quanto maior a

concentração do substrato, mais rapidamente se dará a reação,

até que se atinja um ponto de saturação, a partir do qual,

ainda que aumente a concentração do substrato, a velocidade

da reação não mais aumentará. Nesse ponto de saturação,

BIOLOGIA

a velocidade da reação enzimática atinge um valor máximo.

Ativadores e inibidores

Às vezes, as enzimas são produzidas numa forma inativa.

Essas enzimas inativas são chamadas genericamente de

proenzimas ou **zimogênios**. As proenzimas ainda não

Enzima Inibidor Substrato

têm participação ativa nas reações químicas, isto é, não são

capazes de agir como catalisadores. Entretanto, podem ser

ativadas por outras substâncias, chamadas genericamente **Inibição competitiva** – A probabilidade de ligações entre a

de **ativadores enzimáticos**. Isso ocorre, por exemplo, enzima e o substrato ou entre a enzima e o inibidor depende da

no nosso estômago, onde o pepsinogênio (enzima inativa) concentração desses componentes no meio. Se a concentração

é ativado pelo HC do substrato for maior que a do inibidor, a probabilidade de I (ácido clorídrico) do suco gástrico, encontros entre as moléculas das enzimas e do substrato

transformando-se em pepsina (enzima ativa). Nesse
aumenta, enquanto as chances da enzima e inibidor se ligarem
exemplo, o ativador enzimático é o HC l do suco
gástrico. diminuem. Por outro lado, se a concentração do inibidor for
maior que a do substrato, a probabilidade de encontros entre



Pepsinogênio (inativo) HC enzimas e inibidores será bem maior.
Portanto, na inibição por Pepsina (ativa)



competição, mantendo-se a quantidade de enzimas constante,

Certas substâncias são capazes de bloquear ou
inativar o grau de inibição depende da concentração do inibidor e
da

a ação das enzimas. Tais substâncias são denominadas
concentração do substrato no meio em que se realiza a reação.

inibidores enzimáticos. O íon cianeto (CN^-), por

Muitos inibidores enzimáticos têm grande interesse
para

exemplo, tem a capacidade de inibir a enzima
citocromo-

oxidase, que é indispensável às reações da respiração a
medicina, uma vez que são usados para combater
micro-

celular. Com essa enzima inativada, as células param
de organismos causadores de doenças. O antibiótico
penicilina,

realizar a respiração e morrem. por exemplo, age sobre as bactérias, inibindo uma importante

Quando o inibidor é uma molécula que compete com enzima desses micro-organismos que atua na reação

o substrato de uma enzima pela fixação no sítio ativo, responsável pela formação da parede celular da bactéria.

a inibição é chamada de competitiva ou por competição. Na Sem parede celular, esses micro-organismos tornam-se

inibição competitiva, o inibidor possui moléculas muito muito frágeis, rompem-se com facilidade e morrem.

Editora Bernoulli 17

Frente A Módulo 02

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO A ordem CORRETA da coluna da direita, de cima para baixo, é

01. A) 3; 2; 1; 4. D) 3; 2; 4; 1. (UERJ) Um estudante recebeu um quebra-cabeça que

contém peças numeradas de 1 a 6, representando partes B) 1; 4; 2; 3. E) 1; 2; 4; 3.

de moléculas. C) 3; 4; 2; 1.

CH 1 H 04. (PUC Minas) Com relação às enzimas, é **CORRETO** afirmar **2 3 O** que _{3 C}

CH C H A) como catalisadores, são necessárias em pequena CH ₃ NH ₂ quantidade.

B) aumentam a energia de ativação.

CH 4 H C) agem em qualquer pH. **5 6 O** _{3 D}) não dependem da temperatura. C

CH E) são inespecíficas em relação ao substrato. _{3 CH CH ₂ C OH NO ₂}

05. (UFMG) Mantendo-se constante a concentração de uma

enzima de célula humana, o efeito da temperatura sobre

Para montar a estrutura de uma unidade fundamental de

a velocidade da reação é **mElHOR** representado pelo

uma proteína, ele deverá juntar três peças do jogo na gráfico:

seguinte sequência:

A) 1, 5 e 3 A)

B) 1, 5 e 6

C) 4, 2 e 3

D) 4, 2 e 6

locida
da
reaçã

Ve

02. 0 20 40 60 T (°C) (UEL-PR) Consideram-se aminoácidos essenciais, para um determinado animal, aqueles B)

A) de que ele necessita e sintetiza a partir de outras substâncias.

B) de que ele necessita, mas não consegue sintetizar, tendo que os receber em sua dieta. localidade da reação

C) de que ele necessita apenas nas primeiras etapas de 0 20 Ve 40 60 T (°C) seu desenvolvimento.

C)

D) obtidos diretamente a partir de vegetais, que são os únicos organismos a sintetizá-los.

E) resultantes da degradação de suas próprias proteínas.

localidade da reação
Ve

03. 0 20 40 60 T (°C) (PUC-RS) Instrução: Responder à questão relacionando

as proteínas da coluna superior com suas respectivas D) funções, apresentadas na coluna inferior.

1) Queratina

2) Insulina

3) Miosina localidade da reação

Ve

- 4) Hemoglobina 0 20 40 60 T (°C)
- () Proteína motriz, que gera movimento nas células. E)
- () Proteína sinalizadora, que controla os níveis de glicose no sangue.
- () Proteína transportadora, que transporta oxigênio nas células sanguíneas. localidade da reação
- () Proteína estrutural, que reforça as células epiteliais. 0 20 40 60 T (°C) Ve

18 Coleção Estudo

Composição química dos seres vivos: aminoácidos, proteínas e enzimas

EXERCÍCIOS PROPOSTOS Qual a afirmativa CERTA?

A) Não existe qualquer fator que possa interferir na

instrução: Use a seguinte chave para responder às questões variação do nível de energia de ativação e na obtenção

01 e 02. do produto final.

A) Se I, II e III forem verdadeiras.

B) A energia de ativação requerida para obter o produto

B) Se I, II e III forem falsas. final em I depende da redução da temperatura.

C) Se apenas I e II forem verdadeiras.

C) Para reações em organismos vivos interessa

D) Se apenas I e III forem verdadeiras.

somente o produto final e, se existir um fator

E) Se apenas II e III forem verdadeiras. qualquer alterando os níveis de energia, ele deve

01. ser desconhecido. (FMIT-MG)

D) O comportamento mostrado no gráfico I deve ser próprio de uma reação metabólica porque, para reações nos seres vivos, a energia de ativação deve ser maior.

E) A redução da energia de ativação para a obtenção do produto final observada em II depende da presença

No esquema apresentado, de uma enzima.

I. As letras X e Z representam dois aminoácidos

quaisquer. **04.** (Cesgranrio) Analise a seguinte experiência:

II. A letra Y envolve uma ligação peptídica.

III. A letra W representa uma proteína qualquer. **PRImEiRA ETAPA**

Procedimento: em dois tubos de ensaio, numerados

02. (FMIT-MG) como I e II, acrescenta-se:

I. Se cinco aminoácidos se unirem, como X e Z se **Tubo i** – água oxigenada (H_2O_2) + dióxido de manganês (Mn^{2+}) uniram, teremos cinco

ligações peptídicas. (MnO) 2

BIOLOGIA II. Considerando uma proteína qualquer, X e Z poderiam **Tubo ii** – água oxigenada + fígado ser os monômeros dela.

Resultado obtido: formação de borbulhas nos dois

III. O esquema representa uma síntese por desidratação.

tubos.

03. (UFMG) Esta questão relaciona-se com o texto a seguir,

Conclusão: desprendimento de gás oxigênio proveniente

os gráficos I e II e os conhecimentos já adquiridos. da decomposição da água oxigenada devido ao dióxido

Em reações espontâneas, que necessitam de energia para de manganês (Tubo I) e alguma substância liberada pelo

sua realização, o nível de energia dos produtos finais é fígado (Tubo II).

mais baixo do que o nível de energia do substrato inicial.

SEGUnDA ETAPA

Nas reações que se passam nos organismos vivos, tanto

Procedimento: adição de nova quantidade de água

animais como vegetais, existem diferentes fatores, tanto

oxigenada nos dois tubos da primeira etapa dessa

físicos como químicos, que interferem nos processos

experien

metabólicos.

Resultado obtido: novo desprendimento de borbulha

Os gráficos I e II mostram a variação dos níveis de energia

de ativação em reações que se passam dentro e fora dos (gás oxigênio) nos dois tubos.

organismos vivos. **Conclusão:** o dióxido de manganês (Tubo I) e a

substância liberada pelo fígado (Tubo II) não foram consumidos nas reações da primeira etapa da experiência.

Gráfico I

a Gráfico II Com base nessa experiência, podemos concluir que o dióxido de manganês e a substância liberada pelo fígado são

A)
enzimas.

Substrato Substrato B) catalisadores.

Nível de energi C) ionizadores.

Produto final Produto final D) substâncias orgânicas.

E) substâncias inorgânicas.

Editora Bernoulli 19

Frente A Módulo 02

05. (UEM-PR) A ligação peptídica resulta da união entre o **08.** (UEPI) Dada a seguinte reação:

grupo

A) carboxila de um aminoácido e o grupo carboxila do outro.

Hipoteticamente, se você arranjasse uma substância (N),

B) carboxila de um aminoácido e o grupo amina do enzimaticamente competitiva com o substrato da reação

outro. anterior, e a colocasse no meio, você poderia afirmar que

C) amina de um aminoácido e o grupo amina do outro. A) a substância (N), sendo molecularmente semelhante

D) amina de um aminoácido e o radical (R) do outro. a Z, inibe a ação de Y.

E) carboxila de um aminoácido e o radical (R) do outro. B) a substância (N) é molecularmente semelhante a Y e,

por isso, inibe a ação de Z.

06. (UFMG) Considere a fórmula: C) a substância (N) compete com Y para se ligar a Z.

R D) a substância (N) é molecularmente semelhante a X e,

por isso, compete com esse X para ligar-se a Y.

$\text{NH}_2 \text{---} \text{C} \text{---} \text{COOH}$ E) a substância (N) é molecularmente semelhante a Y e,

por isso, inibe a ação de X.

H

09. (PUC Minas) A função das enzimas é

Essa é a fórmula geral que representa importantes

substâncias presentes nos seres vivos e que diferem ativação. A) paralisar a reação química, para retirar a energia de

entre si pela composição do radical R. Essas substâncias

B) aumentar a velocidade da reação e a energia de ativação.

ligam-se, formando grandes moléculas orgânicas.

C) diminuir a velocidade da reação e a energia de ativação.

Em relação a essas substâncias e às moléculas orgânicas D) diminuir

a velocidade da reação e aumentar a energia

formadas, todas as afirmativas estão corretas, **EXCETO** de ativação.

A) A composição das moléculas orgânicas formadas é E) aumentar a velocidade da reação e diminuir a energia

determinada geneticamente. de ativação.

B) Na ligação química, a formação das moléculas é feita **10.** (Unimontes-MG-2009) As proteínas são compostos

através do radical R.

orgânicos de estrutura complexa e massa molecular

C) As moléculas orgânicas formadas podem exercer elevada, sintetizadas pelos organismos vivos através

funções enzimáticas.

da condensação de um grande número de moléculas de

D) O colágeno e a queratina são exemplos dessas alfa-aminoácidos, por meio de ligações denominadas

moléculas orgânicas e existem nos vertebrados. peptídicas, e podem desempenhar diferentes tipos

E) Os seres humanos são incapazes de produzir alguns de funções. As figuras a seguir mostram exemplos

tipos dessas substâncias. caracterizados pela presença ou não de determinadas

proteínas
Analise-
as.

07. (UFMG) Este gráfico indica a velocidade das reações das



enzimas I, II e III em função do pH do meio.



I II III



localidade da reação

Ve

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 pH

Com base no gráfico e em seus conhecimentos, é **IV**

CORRETO afirmar-se que **III**

A) a enzima I age numa faixa de pH mais estreita do

que II e III. De acordo com as figuras e o assunto abordado, analise

B) a enzima II pode sofrer desnaturação no pH 2. as alternativas a seguir e assinale a que representa a

combinação mais adequada entre cada figura e a proteína.

C) as três enzimas atuam sobre o mesmo substrato.

A) III – Hemoglobina. C) I – Queratina.

D) as três enzimas possuem a mesma temperatura ótima

de ação. B) IV – Miosina. D) II – Adrenalina.

Composição química dos seres vivos: aminoácidos, proteínas e enzimas

11. (UFBA) SEÇÃO ENEM

Substrato Produtos

Enzima Enzima **01.** (Enem–2007) A tabela a seguir representa,
nas diversas

+ + regiões do Brasil, a porcentagem de mães que, em 2005,
amamentavam seus filhos nos primeiros meses de vida.

Período de aleitamento

Região até 4º mês de 9 meses a

(em %) 1 ano (em %)

Norte 85,7 54,8

Produtos

Nordeste 77,7 38,8

Complexo Complexo ativado Sudeste 75,1 38,6

enzima-substrato enzima-substrato

Sul 73,2 37,2

Uma propriedade das enzimas que se evidencia por meio

do diagrama anterior é Centro-Oeste 83,9 47,8

A) apresentar natureza proteica.

Ao ingerir leite materno, a criança adquire anticorpos

B) acelerar as velocidades das reações.

importantes que a defendem de doenças típicas da primeira

C) exigir pH apropriado para agir.

infância. Nesse sentido, a tabela mostra que, em 2005,

D) participar em reações reversíveis. percentualmente, as crianças brasileiras que estavam mais

E) atuar sob determinadas temperaturas. protegidas dessas doenças eram as da região

12. A) Norte. D) Sul. (PUC Rio–2006) Em relação às enzimas, podemos

afirmar que B) Nordeste. E) Centro-Oeste.

A) não podem ser reutilizadas, pois reagem com o C) Sudeste.

substrato, tornando-se parte do produto.

B) são catalisadores eficientes por se associarem de **02.** (Enem–2002) O milho verde recém-colhido tem sabor

forma inespecífica a qualquer substrato. adocicado. Já o milho verde

comprado na feira, um ou dois **BIOLOGIA**

C) seu poder catalítico resulta da capacidade de dias depois de ser colhido, não é mais tão doce, pois cerca

aumentar a energia de ativação das reações. de 50% dos carboidratos responsáveis pelo sabor adocicado

D) atuam em qualquer temperatura, pois sua ação são convertidos em amido nas primeiras 24 horas.

catalítica independe de sua estrutura espacial.

Para preservar o sabor adocicado do milho verde pode-se

E) sendo proteínas, por mudança de pH, podem perder seu poder catalítico ao se desnaturarem. usar o seguinte procedimento em três

etapas:

1º descartar e mergulhar as espigas em água fervente

13. (Unicamp-SP) Os dois gráficos a seguir referem-se por alguns minutos.

à velocidade da reação $A + B \rightarrow C + D$ que ocorre 2º resfriá-la em água corrente.

em animais de uma mesma espécie, quando suas

3º conservá-las na geladeira.

temperaturas variam. O gráfico número I representa a

reação em um indivíduo que, além dos reagentes A e B, A preservação do sabor original do milho verde pelo

possui o polipeptídeo E, que não ocorre no indivíduo do procedimento descrito pode ser explicada pelo seguinte

gráfico número II. argumento:

I v II v A) O choque térmico converte as proteínas do milho em

amido até a saturação; este ocupa o lugar do amido

que seria formado espontaneamente.

0,002

1.50 0,0015 a casca dos grãos de milho, impedindo a difusão de B) A água fervente e o resfriamento impermeabilizam 1.00 0,001 oxigênio da glicose.

0.50 0,0005 C) As enzimas responsáveis pela conversão desses

30 32 34 36 38 40 (°C) carboidratos em amido são desnaturadas pelo 30 32 34 36 38 40 (°C) tratamento com água fervente.

v = velocidade de formação do produto C em mg/hora. D) Micro-organismos que, ao retirarem os grãos,

convertem esses carboidratos em amido, são

destruídos pelo aquecimento.

A) Em que grupo de substâncias pode ser classificado o E) O aquecimento desidrata os grãos de milho, alterando

polipeptídeo E? o meio de dissolução onde ocorreria espontaneamente

B) **Dê** duas justificativas para a sua classificação. a transformação desses carboidratos em amido.

Editora Bernoulli **21**

Frente A Módulo 02

03. (Enem–2010) Três dos quatro tipos de testes atualmente

GABARITO empregados para a detecção de príons patogênicos em

tecidos cerebrais de gado morto são mostrados nas

figuras a seguir. Uma vez identificado um animal morto

Fixação

infectado, funcionários das agências de saúde pública e

fazendeiro podem removê-lo do suprimento alimentar 01. D

ou rastrear os alimentos infectados que o animal possa 02. B

ter consumido. 03. D

Teste I I Amostra Amostra 05. B

de tecido de tecido

Seringa S Seringa

Propos

A 01. C

Cérebro o 02. E

bovino o

(ou outro animal de teste) Camundongo Camundon ng g go o

03. E B (ou outro animal d de dee tes e tes ste) ste)

04.

B

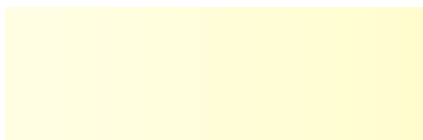


Teste II II 05. B Anticorpo que reconhece



o prion patogênico (PrPsc) 06. B

07.
B



A



Amostra 08. D

B 09. E



Lâmina



10.
D

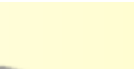


Microscópio

11.
D



Teste III Marcador específico Protease 12. E Gel para o prion



A patogênico 13. A) No grupo das enzimas ou das proteínas [PrP^{sc}]

— catalisadoras.

— B) O gráfico I mostra que, quando o peptídeo E está



B



presente, a reação entre A e B para formar C + D



Legenda: PrPsc - proteínas do Prion ocorre com uma maior velocidade que em



sua ausência, como mostra o gráfico II. Isso



indica que o polipeptídeo em questão atua



Scientific American Brasil, ago. 2004,



como catalisador da reação. Conforme mostra



(Adaptação).

o gráfico I, o polipeptídeo é um catalisador

Analisando os testes I, II e III, para a detecção de biológico, pois sua atividade catalisadora

príons patogênicos, identifique as condições em que os aumenta até uma temperatura ótima (em torno

resultados foram positivos para a presença de príons de 36 °C), decaindo em temperaturas mais

nos três testes: elevadas, devido à desnaturação da enzima.

A) Animal A, lâmina B e gel A. **Seção Enem**

B) Animal A, lâmina A e gel B.

C) Animal B, lâmina A e gel B. 01. A



D) Animal B, lâmina B e gel A. 02. C



E) Animal A, lâmina B e gel B. 03. B



22 Coleção Estudo **BIOLOGIA MÓDULO** **FRENTE Histologia animal: 01 B** **tecido epitelial**



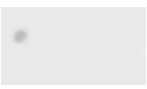












Histologia (do grego *histos*, tecido; e *logos*, estudo) é a subjacente, isto é, que vem logo abaixo do epitélio.

parte da Biologia que estuda os tecidos. Essa camada de tecido conjuntivo é denominada **lâmina**

própria. Ela é vascularizada e assim, por difusão,

Originados a partir dos folhetos embrionários (ectoderma,

os nutrientes passam da lâmina própria para o epitélio, que

mesoderma e endoderma), **tecidos** são grupos de células

está logo acima. Separando o epitélio da lâmina própria,

especializadas em realizar determinadas funções.

existe uma camada acelular (sem células) denominada

Os animais podem apresentar quatro tecidos básicos ou **lâmina basal**, constituída principalmente de proteínas

fundamentais. São eles: **epitelial**, **conjuntivo**, **muscular** e glicoproteínas sintetizadas pelas células epiteliais.

e **nervoso**. No estudo que faremos sobre esses tecidos, A lâmina basal é permeável aos nutrientes oriundos da

tomaremos como referencial os tecidos do corpo humano. lâmina própria, permitindo, assim, que o epitélio seja

convenientemente alimentado. A lâmina basal serve também

TECIDOS EPITELIAIS

de suporte para o tecido epitelial, fixando-o no tecido

conjuntivo subjacente, isto é, na lâmina própria.

Os epitélios são **inervados**, ou seja, recebem terminações

Os tecidos epiteliais ou, simplesmente, **epitélios** nervosas livres, que, às vezes, formam uma rica rede caracterizam-se por apresentarem **células justapostas** intraepiteliais

(uma ao lado da outra), bem unidas, com substância intercelular escassa ou ausente. A união das células epiteliais Outra característica dos epitélios é a **constante renovação**

é mantida, principalmente, pelos desmossomos, embora as **de suas células** feita por uma atividade mitótica contínua.

interdigitações, as glicoproteínas do glicocálix e a zona de As células epiteliais são, portanto, **células lábeis**. A

velocidade dessa renovação, porém, é variável, podendo

oclusão também contribuam para essa adesão.

ser muito rápida em certos casos e mais lenta em outros.

As dimensões e a morfologia das células epiteliais variam. O epitélio que reveste internamente o intestino, por

muito. Assim, encontramos desde células achatadas exemplo, renova-se a cada 2-3 dias, enquanto o epitélio das

(pavimentosas) como um ladrilho, até células prismáticas glândulas salivares leva mais de 2 meses para se renovar.

(mais altas do que largas). O tecido epitelial pode ter origem a partir dos três folhetos

embrionários. Por exemplo: o tecido epitelial da epiderme

tem origem ectodérmica; o endotélio (que reveste os vasos

sanguíneos) é de origem mesodérmica; o epitélio que reveste



a cavidade do tubo digestório e das vias respiratórias origina-se

c

do
endoderma.

■
A B C Conforme seja especializado em fazer
revestimento

■
de superfícies no nosso corpo ou em produzir
secreções,

Morfologia de células epiteliais – A. célula pavimentosa;
reconhecemos dois tipos básicos de tecido epitelial:
tecido



B. célula cúbica; C. célula prismática (colunar, cilíndrica). **epitelial de revestimento e tecido epitelial secretor.**

Os epitélios, com raras exceções, são tecidos

Tecido epitelial de revestimento



avascularizados, isto é, os vasos sanguíneos não penetram

no tecido. Não há, portanto, contato direto de suas células Os epitélios de revestimento recobrem e protegem toda a



com as paredes dos vasos sanguíneos. Por isso, a nutrição superfície externa do nosso corpo, bem como as cavidades do

das células epiteliais se faz por difusão dos nutrientes a organismo (cavidade bucal, cavidade estomacal, cavidades



partir de capilares sanguíneos existentes no tecido conjuntivo nasais, etc.).





Frente B Módulo 01

De acordo com o número de camadas celulares existente

sobre a lâmina basal, o tecido epitelial de revestimento pode

ser classificado como **simples** ou **estratificado**.

- **Tecido epitelial de revestimento simples**

(uniestratificado) – É constituído por uma única camada de células apoiadas sobre a lâmina basal.

Cúbico simples

- **Tecido epitelial de revestimento estratificado** –

É constituído por várias camadas (estratos) de

células

apoiadas sobre a lâmina basal.

OBSERVAÇÃO

Em um grupo à parte, temos o chamado **tecido epitelial**

de revestimento pseudoestratificado. Trata-se, na realidade, de uma variedade do epitelial simples, formado

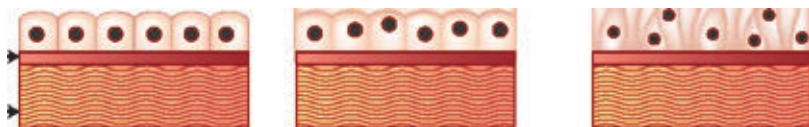
por uma única camada de células de tamanhos diferentes.

Isso confere ao tecido, quando observado em microscopia

óptica, uma aparente estratificação dada pela posição dos

núcleos das células.

Prismático simples



L.B.

L.P. Muco

Simples Estratificado Pseudoestratificado

L.B. = Lâmina basal; L.P. = Lâmina própria

De maneira geral, os epitélios estratificados estão relacionados à função de proteção, enquanto os epitélios simples, por sua pequena espessura, prestam-se melhor à absorção e à troca de substâncias.

Célula

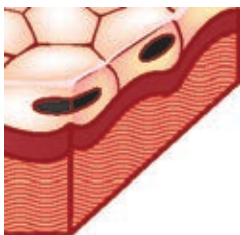
De acordo com a morfologia de suas células, o tecido caliciforme epitelial de revestimento pode ser pavimentoso, cúbico, Cilíndrico pseudoestratificado prismático ou de transição (as células variam de forma de acordo com o estado funcional do órgão).

Na classificação do tecido epitelial de revestimento de um determinado local, leva-se em consideração o número de camadas celulares e a morfologia das células. Nos epitélios

estratificados, a classificação de acordo com a morfologia

baseia-se na forma das células da camada mais superficial.

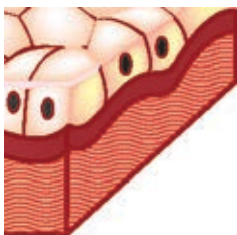
Pavimentoso estratificado



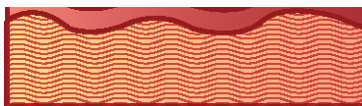
Em certos locais, as células do tecido epitelial de revestimento apresentam modificações na face apical, como



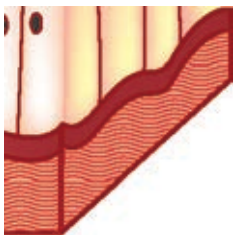
microvilosidades
e cílios.



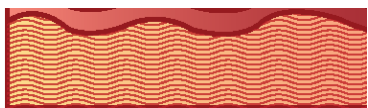
Pavimentoso simples No quadro a seguir, estão as principais variedades do tecido



epitelial de revestimento existentes em nosso organismo,



assim como os principais locais onde são encontradas.



24 Coleção Estudo



—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

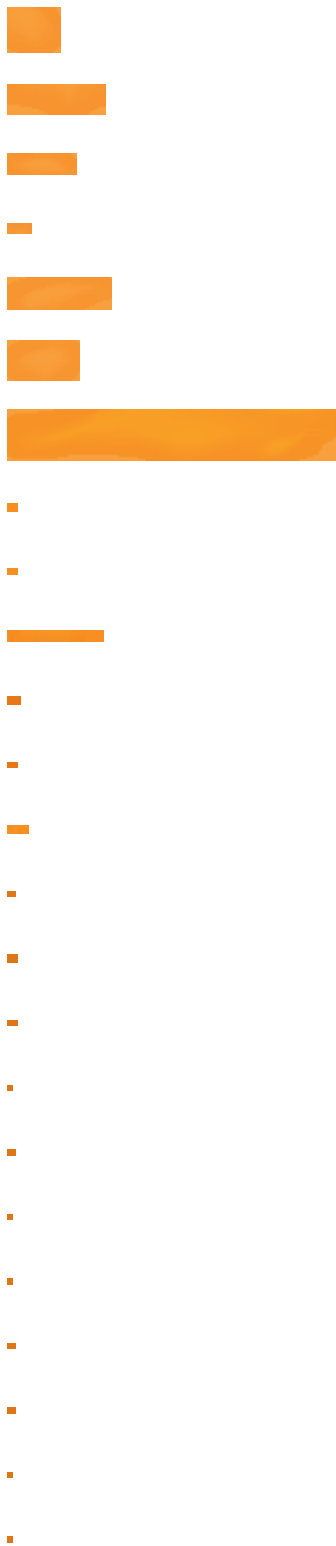
—

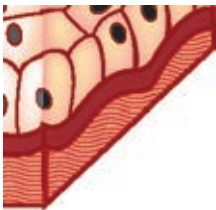
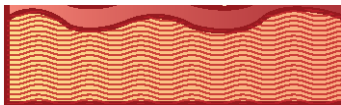
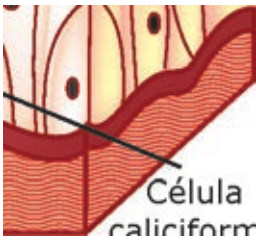
—

—

—







Histologia animal: tecido epitelial

Tecido epitelial de revestimento

Pavimentoso Endotélio, mesotélio das serosas (pleura, pericárdio e peritônio) e alvéolos pulmonares

Cúbico Revestimentos externos dos ovários e das paredes de túbulos renais

Simples

Prismático Mucosa gástrica, mucosa intestinal, revestimento interno das tubas uterinas

Pseudoestratificado Mucosa nasal, revestimento interno da traqueia e dos brônquios

Pavimentoso Epiderme, mucosa bucal, mucosa esofageana, mucosa vaginal

Cúbico Ducto das glândulas sudoríparas

Estratificado

Prismático Conjuntiva dos olhos

Transicional Revestimento interno da bexiga

Tecido epitelial secretor ou encontradas na derme junto aos folículos pilosos (canais que abrigam os pelos). A secreção das

glandular sebáceas é o sebo, substância de natureza

gordurosa (lipídica), que tem a finalidade de

O tecido epitelial secretor é formado por células epiteliais

lubrificar a nossa pele e os pelos, tornando-os especializadas em produzir secreções. Tais células se mais flexíveis. proliferam a partir dos epitélios de revestimento, formando as glândulas.

Merócrina

- Quanto ao número de células, as glândulas podem

ser unicelulares (ex.: células caliciformes) ou

BIOLOGIA

pluricelulares (maioria).

- Quanto ao modo de eliminação de suas secreções, as glândulas podem ser **merócrinas** (écrinas),

Apócrina

apócrinas e holócrinas.

A) Glândulas merócrinas são aquelas cujas

células eliminam os produtos secretados sem

perda de nenhuma parte do citoplasma celular.

A maioria das glândulas é desse tipo. Como exemplo, temos as glândulas lacrimais, as Holócrina glândulas salivares e a maioria das glândulas sudoríparas.

B) Glândulas apócrinas (holomerócrinas)

são aquelas cujas células eliminam a secreção

juntamente com uma parte do seu citoplasma.

A parte do citoplasma perdida regenera-se • Quanto ao local onde eliminam suas secreções, as logo em seguida. As glândulas mamárias e as glândulas podem ser **exócrinas** ou **endócrinas**. glândulas sudoríparas modificadas existentes

nas axilas (glândulas axilares) e na região **A) Glândulas exócrinas**, também chamadas de perianal são exemplos de glândulas apócrinas. glândulas de secreção externa, eliminam suas

secreções na superfície externa do corpo (sobre

C) Glândulas holócrinas são aquelas cujas

células morrem e se fragmentam com a epiderme)
ou no interior de uma cavidade

produção da secreção, restando, no final, externa do
organismo. É o caso, por exemplo,

a secreção e os restos celulares que juntos das
glândulas sudoríparas, que lançam sua

são eliminados em um determinado local do secreção
(o suor) na superfície externa do nosso

corpo. Em nosso organismo, um bom exemplo corpo, e
das glândulas salivares, cuja secreção

desse tipo de glândula são as sebáceas, (a
saliva) é lançada na cavidade bucal.

Editora Bernoulli 25

Frente B Módulo 01

Epitélio de revestimento Canal excretor

Conjuntivo Porção secretora

Origem das glândulas exócrinas pluricelulares – Como todas as glândulas, as exócrinas são oriundas do epitélio de revestimento: as células epiteliais de revestimento se multiplicam por mitoses e penetram no tecido

conjuntivo subjacente, onde algumas células se diferenciam em células secretoras, formando o adenômero (porção secretora da glândula), e outras formam o duto ou canal excretor, que transporta a secreção a ser eliminada.

B) Glândulas endócrinas, também chamadas de glândulas de secreção interna, são aquelas que não possuem

ductos excretores e eliminam suas secreções na corrente sanguínea. Suas secreções geralmente são hormônios

e exercem ação reguladora em nosso organismo. Hipófise, tireoide e paratireoide são exemplos de glândulas

endócrinas.

Capilar

Formação de

glândula endócrina Capilar Glândula

cordonal
endócrina
cordonal

Epitélio

Capilar

Conjuntivo

Proliferação celular
e aprofundamento

Formação de Capilar

glândula
endócrina
Glândula

folicular
endócrina
folicular

Desaparecem
as células do duto

Origem das glândulas endócrinas – Assim como as glândulas exócrinas, as glândulas endócrinas também se originam do tecido

epitelial de revestimento, sendo que, nesse caso, há o desaparecimento das células do duto excretor. Podem ser cordonais (maioria)

ou foliculares (ex.: tireoide).

Algumas glândulas são exócrinas e endócrinas ao mesmo tempo e, por isso, são denominadas **anfícrinas** (**mistas,**

exoendócrinas). Um bom exemplo de glândula anfícrina é o nosso pâncreas. Ao produzir o suco pancreático, secreção que

é lançada na cavidade do duodeno, o pâncreas comporta-se como uma glândula exócrina; e ao produzir insulina e glucagon,

secreções que são lançadas na corrente sanguínea, comporta-se como uma glândula endócrina.

26 Coleção Estudo

Histologia animal: tecido epitelial

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO 03. (UFPR)

Quais as características do tecido epitelial?

01. A) Tecido derivado do ectoderma e constituído por

(UFF-RJ) Quando observamos um tecido epitelial ao

estruturas que funcionam preferencialmente dando
microscópio, verificamos que

conexão orgânica.

A) geralmente é vascularizado, com exceção dos epitélios

encontrados no sistema respiratório. B) Tecido derivado do
mesoderma com abundante

B) é altamente vascularizado na epiderme e nos intestinos.
substância intercelular e com funções de proteção.

C) geralmente é avascularizado, com exceção do epitélio C) Tecido
proveniente de qualquer um dos folhetos

do tubo digestório. embrionários, de constituição eminentemente

D) geralmente é avascular e recebe nutrição do celular e com funções de revestimento, proteção e

conjuntivo subjacente, por difusão. secreção.

E) é altamente vascularizado, com exceção dos epitélios

D) Tecido derivado do endoderma, formado por células encontrados no tubo digestório e na epiderme.

preferencialmente poliédricas e com funções de

02. proteção. (UFPI-2009) Os epitélios de revestimento são tecidos

cujas células estão dispostas em camadas, recobrimdo E) Tecido formado por células pavimentosas, de origem

as superfícies externas ou as cavidades do corpo. Esses mesodérmica e com funções de contração celular.

epitélios são classificados tendo em vista o número de

camadas constituintes e a forma das células na

camada **04.** (FCMMG) Entre as células epiteliais, existe frequentemente

mais superficial. Observe o desenho esquemático e

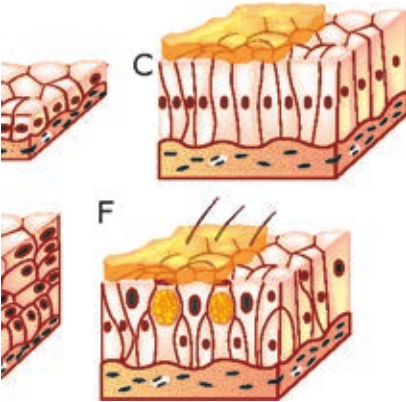
analise as proposições a seguir como **VERDADEIRAS**, forte união devido à ação de

se totalmente corretas, ou, como **FAISAS**. A) substância intercelular amorfa adesiva.

A B B) pontes iônicas de sódio. C



C) microvilosidades que criam pequenos vácuos



D E F D) desmosomos. BIOLOGIA
intercelulares.



E) rede de fibras reticulares que prendem as células



em suas malhas.



Tecido epitelial. Adaptado de Junqueira e

Carneiro, 1999. **05.** (Unifor-CE) Considere os seguintes elementos:



1. () Os endotélios dos vasos e as cavidades peritoneal I. Células secretoras.

e pericárdica são exemplos de epitélio estratificado

II. Duto que elimina a secreção.

pavimentoso (fig. F), ao passo que os mesotélios da

cavidade pleural são exemplos de epitélios simples III. Capilares que atravessam a glândula.

cúbico (fig. C). IV. Secreção mucosa.

2. () O revestimento do ovário é constituído por V. Secreção de hormônios.

epitélio prismático (fig. F), ao passo que o revestimento

do intestino é de epitélio simples cúbico (fig.D). Na tabela a seguir, assinale a alternativa que contém

3. () O epitélio da pele, da boca e do esôfago está os elementos que caracterizam glândulas endócrinas e

caracterizado na figura D; os de revestimento da exócrinas. bexiga e de parte das vias urinárias, bem como da

traqueia e dos brônquios, estão demonstrados nas **Glândula endócrinas Glândulas exócrinas** figuras E e F, respectivamente.

A) I, II, V I, III, IV

4. () Os epitélios simples subdividem-se, de acordo

com as formas de suas células, em epitélios simples B) I, V II, II, IV pavimentoso, cúbico e prismático (fig. A, B e C,

respectivamente). Os epitélios estratificados podem C) I, III, V I, II, IV ser pavimentosos (fig. D) e de transição (fig. E).

D) II, III, IV I, V

O epitélio pseudoestratificado está representado

na figura F, sendo este último encontrado no E) III, IV III, V revestimento da traqueia e dos brônquios.

Editora Bernoulli 27

Frente B Módulo 01

EXERCÍCIOS PROPOSTOS 05. (UERJ) A camada de queratina da pele representa um grande fator de proteção para o homem. Entre

01. as alternativas a seguir, aquela que justifica essa (PUC Minas) A afirmativa **FALSA** sobre o epitélio é:

afirmativa
é:

A) O estratificado de transição é encontrado em

revestimento interno da bexiga. A) A camada de queratina filtra totalmente a radiação

ultravi

B) O estratificado pavimentoso é encontrado em

B) A camada de queratina do epitélio intestinal impede revestimento do esôfago.

a fixação de parasitas.

C) O simples prismático é encontrado em revestimento

C) A camada de queratina atua como primeira barreira do intestino.

na pele, evitando a perda excessiva de água.

D) O simples pavimentoso é encontrado em revestimento D) A camada de queratina situada profundamente

de vasos. na pele facilita o transporte de água através da

E) O pseudoestratificado é encontrado em revestimento sudorese. da boca.

06. (PUC Minas) Analise o esquema a seguir que representa

02. células do epitélio. (PUC Rio) Marque a afirmativa **inCORRETA**.

A) O tecido epitelial de revestimento caracteriza-se por I II III IV
apresentar células justapostas com muito pouco
material intercelular. Canal

Epitélio

B) As principais funções do tecido epitelial são:
revestimento, absorção e secreção.

A sequência apresentada demonstra a

C) Na pele e nas mucosas, encontramos epitélios de revestimento. A) formação de uma glândula exócrina.

B) formação de uma glândula endócrina.

D) A camada de revestimento interno dos vasos

sanguíneos é chamada endotélio. C) formação de um epitélio misto.

D) formação de um epitélio pavimentoso.

E) Os epitélios são ricamente vascularizados no meio da substância intercelular. E) formação de um epitélio pseudoestratificado.

03. 07. (UFES) Com relação ao tecido epitelial, considere as (FCMMG) Assinale a alternativa **CORRETA**.

afirmativa
a
seguir:

A) O melhor epitélio para proteção é o estratificado não

I. O epitélio de revestimento do tipo prismático com queratinizado.

microvilosidades é comum aos órgãos relacionados

B) O epitélio de transição é tipicamente observado nas com a absorção, como o intestino delgado.

vias respiratórias.

II. As glândulas merócrinas, formadas pelo epitélio

C) As glândulas são formadas por células epiteliais. glandular, são aquelas que apresentam um ciclo

secretor completo, ou seja, elaboram, armazenam e

D) O melhor epitélio para absorção é o simples ciliado.

eliminam apenas a secreção.

E) Células epiteliais de absorção raramente se colocam

III. O epitélio pavimentoso estratificado ceratinizado

próximas à célula de secreção.

(queratinizado) apresenta uma única camada de

04. células e recobre a superfície corporal dos mamíferos.

(PUC Minas) São respectivamente glândulas exócrinas

holócrina e merócrina: IV. As células epiteliais recebem a sua nutrição a partir

A) Tireoide e salivar. do tecido conjuntivo subjacente, uma vez que o tecido

epitelia
é
avascular

B) Tireoide e sebácea.

V. Denominamos glândulas endócrinas aquelas que

C) Sebácea e mamária.

lançam parte de seus produtos de secreção na

D) Sebácea e salivar. corrente sanguínea e parte em cavidades ou na

E) Sudorípara e mamária. superfície do corpo.

28 Coleção Estudo

Histologia animal: tecido epitelial

Assinale: **11.** (PUC-RS) Um histologista, observando uma lâmina que

A) Se todas forem corretas. contém um corte da mucosa intestinal, pode verificar

que suas células formadoras têm uma grande capacidade

B) Se todas forem incorretas.

de absorção. Isso se deve ao fato da presença nelas de

C) Se I, II e III forem corretas.

grande número de

D) Se I, IV e V forem corretas.

A) plasmodesmos

E) Se I, II e IV forem corretas.

B)
flagelos.

08. C) desmossomos. (PUC Minas) As glândulas holócrinas caracterizam-se

pela eliminação de toda a célula e pela secreção por ela D) núcleos.

produzida, conjuntamente. Constitui exemplo clássico de E) microvilosidades.

glândula holócrina, entre mamíferos,

A) glândulas mamárias. **12.** (FUVEST-SP) O tecido epitelial, como regra, não tem vasos

sanguíneos. Como, então, suas células são alimentadas?

B) pâncreas.

C) glândulas sebáceas. **13.** (PUC Minas) O esquema ilustra a origem de dois tipos de

D) glândulas sudoríparas.

glândulas a partir de superfícies epiteliais.

E) glândulas axilares.

09. (UNIRIO-RJ) O esquema a seguir representa os cortes

transversais de uma glândula exócrina e outra endócrina: Proliferação das

células epiteliais e

aprofundamento no

tecido conjuntivo

3

BIOLOGIA

4 Formação de

1 glândulas

2

5

Assinale a alternativa cuja numeração indica o duto e o Porção secretora 2 capilar sanguíneo, respectivamente. Capilares

A) 2 – 3 Duto

B) 1 – 4 Porção secretora

C) 1 – 5

D) 3 – 4

E) 2 – 5

10. 1 (Cesgranrio) A queratinização das células da pele nos

vertebrados tem por função Com base no esquema e em seus conhecimentos, indique

A) originar, por invaginações da epiderme, os diferentes a alternativa **FAISA**.

tipos de glândulas que lubrificam o organismo.

A) Todas as glândulas do tipo representado em 1 são de

B) proteger as células vivas subjacentes da epiderme

origem ectodérmica.

contra a ação de agentes externos.

B) Em 1, observamos uma glândula exócrina que libera o

C) estabelecer uma zona de recepção sensorial, controle

produto de sua secreção em uma superfície epitelial.

e regulação dos estímulos internos do corpo.

C) Algumas glândulas do tipo representado em 1 podem

D) formar a derme, cuja missão principal é dar firmeza

participar da regulação térmica em alguns animais.

e flexibilidade à epiderme.

E) produzir depósitos de substâncias calcárias, como os D) O produto de secreção da glândula representada em 2

ossos chatos do crânio de muitos vertebrados e as é chamado de hormônio. escamas dos peixes teleósteos. E) Tireoide é um exemplo de glândula representada em 2.

Frente B Módulo 01

SEÇÃO ENEM 02. *Em determinadas condições patológicas, certas células podem sofrer alterações e dar origem a um novo tipo de*

01. Os epitélios de revestimento podem ser classificados em *tecido*. *Esse processo, denominado metaplasia, é uma*

função da morfologia de suas células e do número de alteração reversível, e acontece por exemplo, nas vias

camadas celulares, conforme mostra o quadro a seguir.

respiratórias de fumantes crônicos. Nesses indivíduos, sob

Quanto às formas celulares a ação irritante do fumo, a variedade de tecido epitelial

Epitélio Forma celular *que normalmente reveste internamente a traquéia e os*

Pavimentoso brônquios pode ser substituída por epitélio estratificado Achatada (“ladrilho”), com núcleo linear.

Aproximadamente cúbica, com núcleo pavimentoso.

Cúbico

esférico. JUNQUEIRA & CARNEIRO. Histologia Básica. 8. ed.

Prismático Alta com núcleo alongado. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. p. 58. (Adaptação).

Diversas, variando do esférico ao

Transição *O tecido epitelial que normalmente reveste internamente pavimentoso e vice-versa.*

os órgãos das vias respiratórias mencionadas no texto é o

Quanto ao número de camadas celulares

A)
Simples
pavimentado

Epitélio número de camadas celulares

B)
Simples
cúbico

Simples Camada única com núcleos na mesma altura.

C)
Pseudoestratificado

Estratificado D) Estratificado-cúbico núcleos em alturas variadas.
Duas ou mais camadas ou estratos, com

E)
Transição

Uma só camada de células altas e irregulares,

Pseudo-

com núcleos em diferentes alturas, fato que

estratificado

imita o tecido estratificado.

GABARITO

Fonte: SÍDIO, M. *Biologia para o Ensino Médio*. São Paulo:

Scipione, 2003, p. 163, v. único. (Adaptação).

Fixação

A figura a seguir mostra a localização de alguns tipos de

epitélio de revestimento presentes no corpo humano. 01. D

02.
F
F
V
V

03.
C



04.
D

05.
C

Mucosa nasal Mucosa esofagiana (esôfago)

Propos



01. E 07. E



02. E 08. C



Túbulo renal Alvéolo pulmonar

03. C 09. B

04. D 10. B

05. C 11. E

06.
A

Mucosa gástrica

Uretra 12. Apesar da ausência de vasos sanguíneos, as células (estômago)

dos tecidos epiteliais recebem nutrientes por

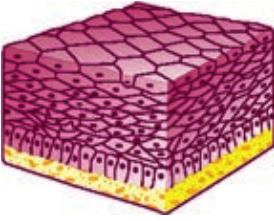
Fonte: AMABIS e MARTHO. *Conceitos de Biologia*. São Paulo:

difusão a partir dos tecidos conjuntivos subjacentes

Moderna, pág. 186, v.1 (Adaptação).



que, em geral, são ricamente vascularizados.



Com base nas informações fornecidas pelo quadro e



pela figura, é correto afirmar que o epitélio simples 13. A



pavimentoso é encontrado Seção
Enem A) nos túbulos renais.



B) nas mucosas do estômago e do esôfago.



C) nos alvéolos pulmonares. 01. C



D) na mucosa nasal. 02. C



E) na uretra.



30 Coleção Estudo **BIOLOGIA MÓDULO** **FRENTE** Histologia animal: tecidos **02 B** conjuntivos próprio, adiposo e



hematopoiético

Originados a partir do mesoderma, os tecidos conjuntivos **Conjuntivo propriamente dito**

caracterizam-se por apresentarem diversos tipos de

Fibroblastos

células, separadas por abundante substância intercelular ou Fibrócitos matriz, e por serem vascularizados (com exceção do tecido Macrófagos

cartilaginoso). Histiócitos Células Adipócitos

O quadro a seguir mostra as principais variedades de Mastócitos

tecido conjuntivo. Plasmócitos

Células mesenquimatosas

Tecidos conjuntivos

Substância amorfa

Frouxo **Substância** Colágenas

Propriamente intercelular Fibras Elásticas proteicas

dito (TCPD) Modelado (Tendinoso) Reticulares

Denso

Não modelado (Fibroso) • **Fibroblastos** são as células mais frequentes do

conjuntivo propriamente dito. Volumosas, de contornos

Adiposo irregulares, mostram-se com aspecto estrelado e, às

De propriedades Mieloide responsáveis pela produção da substância intercelular. vezes, com expansões ramificadas do citoplasma. São

especiais

Hematopoiético Têm grande atividade na síntese de proteínas, que

Linfoide são necessárias à formação das fibras da substância

intercelular. Por isso, apresentam o ergastoplasma

Sanguíneo (retículo endoplasmático granuloso) e o complexo

De transporte

golgiense bastante desenvolvidos. Quando adultas,

Linfático

essas células se tornam relativamente inativas (em

Cartilaginoso repouso), passando a ser chamadas de **fibrócitos**.

De sustentação Os fibrócitos apresentam uma morfologia mais regular,

Ósseo devido à retração das expansões citoplasmáticas.

Em processos de cicatrização, havendo um estímulo adequado, o fibrócito pode voltar a sintetizar fibras,

TECIDO CONJUNTIVO passando a ter novamente o aspecto do fibroblasto.



PROPRIAMENTE DITO



Fibroblasto



Fibrócito

Também chamado de tecido conjuntivo próprio ou tecido

conjuntivo comum, o conjuntivo propriamente dito se caracteriza

por ter uma grande variedade de células, separadas

por uma substância intercelular constituída pela substância

fundamental amorfa e por fibras proteicas. O quadro a seguir



Fibrócito

mostra os principais componentes desse tecido.

Editora Bernoulli 31

Frente B Módulo 02

- **macrófagos** são células grandes, móveis, que se contraem, provocando estreitamento das vias

deslocam por movimentos ameboides. Sua função é respiratórias e dificultando, assim, a passagem

limpar o tecido, fagocitando agentes infecciosos que do ar.

penetram no corpo e, também, restos de células. Havendo predisposição genética, quando ocorre a

mortas. Como possuem alto poder fagocitário, a 1 exposição do organismo ao alérgeno (antígeno),

os macrófagos são importantes células de uma classe especial de imunoglobulinas (anticorpos),

defesa do nosso organismo. Quando não estão a imunoglobulina E (IgE), passa a ser produzida e

em atividade de fagocitose, permanecem fixos fixa-se na membrana dos mastócitos. Ao penetrar (imóveis), retraíndo os pseudópodes, passando a no organismo, em uma exposição subsequente, ser chamados de **histiócitos**. o alérgeno liga-se à imunoglobulina E da

Os macrófagos originam-se dos monócitos membrana dos mastócitos, provocando uma reação

(um tipo de glóbulo branco) que atravessam a nessas células conjuntivas, que, então, passam a parede dos vasos sanguíneos e penetram no liberar histamina para o meio extracelular.

conjuntivo próprio, onde aumentam de tamanho Alérgeno

e intensificam a síntese de proteínas. O complexo golgiense fica mais desenvolvido, e o número de lisossomos, microtúbulos e microfilamentos aumenta. Portanto, o monócito e o macrófago são a mesma célula, em diferentes fases de

maturação. No fígado, os macrófagos recebem o IgE Grânulos de nome especial de células de Kuppfer. As células histamina

dendríticas (células apresentadoras de antígenos) também são macrófagos possuidores de

numerosos

prolongamentos que aumentam
consideravelmente

a superfície celular, onde ficam retidas as
moléculas Mastócito estranhas (antígenos),
facilitando assim a resposta

imunitária.

- **Adipócitos** são células volumosas, arredondadas,
que armazenam grande quantidade de gordura
no
citoplasma. Com o acúmulo de gordura, o núcleo
da célula é deslocado para a periferia.

Histamina

- **mastócitos** são células grandes, globosas,
de citoplasma granuloso (contendo granulações).
Essas granulações são acúmulos de **heparina** e
histamina, substâncias produzidas por essas
células.

A heparina é um anticoagulante, e a histamina é
uma A histamina liberada pelos mastócitos
provoca os

substância vasodilatadora, que, também,
aumenta conhecidos sintomas de coriza,
lacrimejamento,

a permeabilidade dos vasos sanguíneos, sendo edema e congestão das mucosas, como nas rinites,

liberada nos processos inflamatórios e alérgicos. indisposição geral, dor de cabeça, estreitamento

A reação alérgica pode variar de pessoa para dos brônquios (bronquite asmática). Essas reações

pessoa, dependendo do tipo de alérgeno que a alérgicas são denominadas “reações de sensibilidade

provoca. Alergia a pelos de animais, por exemplo, imediata” porque ocorrem rapidamente, poucos

costuma provocar inflamação das mucosas, com minutos após a penetração do antígeno.

lacrimejamento e secreção nasal abundante. Já Medicamentos que inibem a ação da histamina, os

alergia a substâncias contidas em alimentos pode anti-histamínicos, aliviam os sintomas da alergia.

provocar vômitos e diarreia. Em muitos tipos Os mastócitos são encontrados, especialmente,

de alergia, a musculatura lisa dos bronquíolos junto aos vasos sanguíneos.

Histologia animal: tecidos conjuntivos próprio, adiposo e hematopoiético

- **Plasmócitos** são células pequenas, ovaladas, da parte de cima de sua mão, são as fibras elásticas

com um retículo rugoso muito desenvolvido. que rapidamente devolvem à pele sua forma original.

O núcleo, que não ocupa posição central, apresenta As **fibras reticulares** são as mais delgadas do tecido

uma cromatina disposta de tal forma que lembra, conjuntivo e se entrelaçam de forma a constituir

segundo alguns autores, uma “roda de carroça”. um retículo (pequena rede). São constituídas por

Os plasmócitos também são células de defesa, uma vez colágeno associado a glicídios. que produzem anticorpos contra substâncias e contra

O **TCPD** (tecido conjuntivo propriamente dito) é subdividido

micro-organismos estranhos. Os plasmócitos

em: tecido conjuntivo frouxo e tecido conjuntivo denso.

originam-se dos linfócitos B (um tipo de glóbulo

branco). **A) Tecido conjuntivo frouxo** – É um tecido onde não

há predomínio acentuado de nenhum elemento,



sejam células, fibras ou substância fundamental.

Suas fibras estão dispostas sem qualquer orientação.

É de consistência delicada, flexível e pouco resistente

à tração. Esse tecido forma a lâmina própria, que apoia e nutre o tecido epitelial. É encontrado também

Macrófago Adipócito Mastócito Plasmócito
envolvendo nervos, vasos sanguíneos e linfáticos.

Além das células já mencionadas, leucócitos e células

mesenquimatosas também são encontrados no
conjuntivo Fr Mt Ad

propriamente dito. Os leucócitos (glóbulos brancos),
como

os neutrófilos, eosinófilos e linfócitos, chegam ao
conjuntivo

próprio, vindos do sangue por diapedese, ou seja,
migrando Mc

através das paredes dos capilares e vênulas. As células
Fb mesenquimatosas são células embrionárias,

indiferenciadas, **Fe**



que persistem no tecido conjuntivo do indivíduo adulto, **Pm** **BIOLOGIA**



Fc



sendo capazes de se diferenciar em alguns tipos de células



conjuntivas, como fibroblastos. *Tecido conjuntivo frouxo* –
Fb = Fibroblasto; **Mc** = Macrófago;

■

• **Fc** = Fibra colágena; **Ad** = Adipócito; **Fr** = Fibra reticular;

Substância fundamental amorfa é uma substância

■

Mt = Mastócito; **Pm** = Plasmócito; **Fe** = Fibra elástica.

■

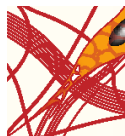
viscosa, de aspecto gelatinoso, constituída por água,

sais, proteínas e, principalmente, mucopolissacarídeos **B) Tecido conjuntivo denso** – Há predomínio de fibras (glicoproteínas) produzidos pelos fibroblastos. Essa

colágenas em relação às células. Entre as células,



substância preenche os espaços entre as células e as mais frequentes são os fibroblastos. É muito



as fibras do conjuntivo.

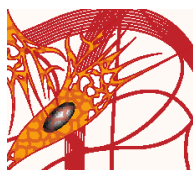


resistente e, conforme a disposição de suas fibras,



- **Fibras** são filamentos proteicos encontrados dispersos subdivide-se em modelado e não modelado.

na substância amorfa. As proteínas que formam



B.1) Denso modelado – Também conhecido por essas fibras são produzidas pelos fibroblastos. Essas

denso ordenado ou ainda tendinoso, apresenta fibras podem ser de três tipos: colágenas, elásticas

fibras colágenas dispostas de forma ordenada, e reticulares.

organizadas em uma única direção, formando

As **fibras colágenas** são as mais grossas e as mais feixes compactos e paralelos. Entre esses feixes,

frequentemente encontradas. São constituídas por há fibroblastos. É o tecido que forma os tendões

uma proteína denominada colágeno, que é a proteína e os ligamentos. mais abundante do corpo humano (cerca de 30% do

total de proteínas do corpo). São flexíveis, brancas e

Os tendões são cordões muito resistentes que

possuem grande resistência, distendendo-se pouco ligam os músculos aos ossos. Um tendão bem

quando tensionadas. visível é o que liga os músculos da “barriga” da

perna ao osso do calcanhar, o tendão calcâneo

As **fibras elásticas** são mais finas do que as colágenas,

(conhecido popularmente por tendão de Aquiles).

de coloração amarela, sendo constituídas pela proteína

elastina, que, conforme o próprio nome diz, possui Os ligamentos são cordões que ligam os ossos

boa elasticidade. Quando você puxa e solta a pele entre si, unindo-os na região das articulações.

B.2) Denso não modelado – Também chamado

de denso desordenado, possui fibras colágenas

distribuídas de maneira difusa, não ordenadas,

em todas as direções. É encontrado na camada

mais profunda da derme, no periósteo (película

que envolve os ossos), no pericôndrio (película

que envolve as cartilagens) e nas cápsulas que envolvem alguns órgãos, como os rins, o fígado,

os testículos e o baço.

TECIDO CONJUNTIVO ADIPOSEO

O tecido conjuntivo adiposo ou gorduroso possui os mesmos constituintes do conjuntivo propriamente dito,

apresentando, entretanto, um predomínio de adipócitos.

Os fibroblastos, macrófagos e mastócitos, bem como as

fibras proteicas, estão em número reduzido. As células
Tecido adiposo unilocular – O tecido adiposo unilocular

adiposas (adipócitos), que são numerosas, se reúnem
distribui-se no corpo humano de acordo com o biotipo, sexo

formando grupos de células, separados por septos de
tecido e idade e constitui reserva de energia e de proteção contra o

conjuntivo frouxo. *frio. É encontrado na tela subcutânea (panículo*
adiposo, tecido

subcutâneo, hipoderme), na medula óssea amarela (tutano) e

As células adiposas se originam no embrião, a partir

também pode ocorrer ao redor de alguns órgãos, como os rins

dos lipoblastos, derivados das células
mesenquimatosas

e o
coração.

indiferenciadas. Acredita-se que, durante um curto

período de tempo, após o nascimento, estímulos
diversos

e, principalmente, alimentação excessiva promovam o

B) Tecido adiposo multilocular (tecido adiposo

aparecimento de novos lipoblastos. Depois dessa fase,
pardo) – Suas células são menores do que

as células adiposas não se dividem mais, e o
crescimento do as do tecido unilocular, têm forma
poligonal e

tecido ocorre devido ao acúmulo de lipídios nos
adipócitos. apresentam em seu citoplasma várias

gotículas de

Assim o indivíduo adulto engorda pela deposição de lipídios gordura e numerosas mitocôndrias. Sua coloração

nas células adiposas já existentes. parda deve-se à vascularização abundante e às

numerosas mitocôndrias presentes em suas células.

O tecido adiposo pode ser unilocular ou multilocular. Por serem ricas em citocromos, as mitocôndrias

A) têm cor avermelhada. As mitocôndrias do tecido Tecido adiposo unilocular (tecido adiposo

comum, tecido adiposo amarelo) – Suas células multilocular possuem nas suas membranas

são grandes e possuem o citoplasma preenchido internamente com uma proteína chamada termogenina, que

por uma volumosa gota de gordura, cuja quebra impede a ocorrência das reações de ATP sintetase

libera energia para o metabolismo, ou seja, para a e, em consequência disso, a energia liberada pelo

produção de ATP. A coloração desse tecido varia entre fluxo de elétrons não é usada para sintetizar ATP,

o branco e o amarelo-escuro, dependendo, em

parte, sendo dissipada como calor. Assim, a função do

da dieta. Essa coloração deve-se principalmente ao tecido adiposo multilocular é produzir calor. Ao

acúmulo de carotenoides dissolvidos nas gorduras. contrário do tecido unilocular, que é encontrado

É um tecido de reserva, pois é um reservatório de por quase todo o corpo, o tecido multilocular é

gordura, combustível orgânico altamente energético de distribuição limitada. Predomina em fetos e

(lembre-se de que os lipídios constituem a segunda em recém-nascidos, protegendo-os contra o frio

fonte de energia para o nosso organismo). Além de excessivo. Como esse tecido não cresce e nem

ser reservatório energético, exerce outras funções, há neoformação do mesmo após o nascimento,

como a de isolamento térmico e a de proteção nem ocorre transformação de um tipo de tecido

contra choques mecânicos (ação amortecedora dos adiposo em outro, sua quantidade no adulto é

choques). extremamente reduzida.

Histologia animal: tecidos conjuntivos próprio, adiposo e hematopoiético

TECIDO CONJUNTIVO O tecido hematopoiético é subdividido em duas variedades: mieloide e linfoide.

HEMATOPOIÉTICO A) **Tecido mieloide** – Encontrado no interior dos ossos,

Também chamado de hematocitopoiético ou ainda de formando a medula óssea vermelha ou hematógena,

reticular, esse tecido, responsável pela hematopoiese é responsável pela produção de hemácias

(formação das células sanguíneas), é formado por fibras (glóbulos vermelhos), plaquetas e leucócitos

reticulares em íntima associação com células reticulares (glóbulos brancos). primitivas, que são, na realidade, fibroblastos especializados

na produção de fibras reticulares. Entre as células reticulares, **B) Tecido linfoide** – Encontrado espalhado pelo

existe um número variável de macrófagos e muitas

células nosso corpo, principalmente no timo, no baço e

hematopoiéticas, que darão origem às células do sangue. nos gânglios linfáticos (linfonodos). Adenoide e

amígdalas também possuem esse tecido. No tecido

Célula reticular

linfoide ocorre maturação de linfócitos (um tipo de



glóbulo branco).



Adenoide

Amígdala

Gânglios linfáticos

Timo **BIOLOGIA**

Fibra

Vasos linfáticos

reticular



Desenho esquemático do tecido reticular, mostrando as relações

Baço

entre as células reticulares e as fibras do mesmo nome. As fibras têm localização extracelular.

Eosinófilo Neutrófilo Neutrófilo

Basófilo sófílo

Medula óssea

Megacariócito

Órgãos com tecido hematopoiético.

Hemocitoblasto Célula reticular
primitiva

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01. (PUC Minas) **nÃO** é conjuntivo o tecido



A)
ósseo.



Hemácias Linfócito Monócito B) cartilaginoso.

C)
sanguíneo



Hematopoiese – No tecido hematopoiético, as células reticulares

D) hematopoiético.



primitivas originam primeiramente os hemocitoblastos, que, por

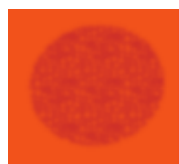


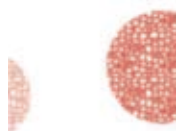
sua vez, dão origem a todas as células sanguíneas. E) glandular.

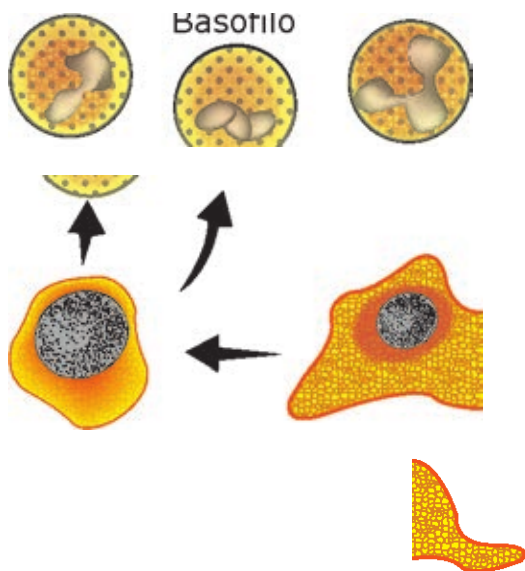




















Frente B Módulo 02

02. Quais estão **CORRETAS**? (FED. ESC. SUP. ILHÉUS E ITABUNA – BA) Examinando

um tecido conjuntivo frouxo, um histologista observou

A)
Apenas
I.

três tipos de células e fez as seguintes anotações:

B)
Apenas
II.

i ii iii C) Apenas III.

Células Células grandes D) Apenas I e II.

arredondadas. Células com enorme mais ou menos

Produssem vacúolo central. ovoides. Ingerem, E) Apenas II e III.

anticorpos contra Reserva substâncias por fagocitose,

substâncias nutritivas. bactérias ou outros

estranhas. agentes infecciosos.

EXERCÍCIOS

PROPOSTOS

As características observadas nos grupos I, II e III

01. (UFLA-MG–2009) O tecido conjuntivo encontrado nos

encontram-se, respectivamente, em

tendões, que unem os músculos aos ossos, é classificado

A) células adiposas, macrófagos, plasmócitos. como

B) fibroblastos, macrófagos, plasmócitos. A) tecido conjuntivo frouxo.

C) plasmócitos, células adiposas, macrófagos. B) tecido conjuntivo cartilaginoso.

D) células adiposas, plasmócitos, macrófagos. C) tecido conjuntivo denso modelado.

E) fibroblastos, células adiposas, macrófagos. D) tecido conjuntivo denso não modelado.

03. 02. (PUC-Campinas-SP) Tecido conjuntivo denso, com (EFOA-MG) O tecido responsável pela formação de

células sanguíneas vermelhas (hematopoiético mieloide) predominância de fibras colágenas orientadas

é encontrado no(s) paralelamente, portanto bastante resistente, mas pouco

elástico,
é o

que
forma

A) interior dos ossos. D) fígado.

A)
os
músculos

B) coração. E) gânglios linfáticos.

B)
os
tendões.

C) baço.

C)
as
mucosas.

D)
as
cartilagens

04. (FCMMG) Paul Ehrlich (1854-1915), ainda quando estudante, criou métodos para corar as células a fim

de facilitar seu exame ao microscópio. Foi ele quem

03. (Unifor-CE) Considere as seguintes funções:

descreveu o mastócito (célula mama) e o chamou assim • Isolamento térmico

porque acreditava serem os grânulos do seu citoplasma

•
Reserva
energética

nutrientes que seriam “mamados” por outras células.

- Proteção contra choques mecânicos

Hoje sabemos que tais grânulos estão relacionados à (aos)

Nos mamíferos, essas três funções são desempenhadas

- A) armazenagem de anticorpos no citoplasma.
- B) fenômenos alérgicos mediados pela histamina. A) pela pelagem.
- C) polirribossomos para síntese de enzimas digestivas. B) pela epiderme.
- D) fagossomos por mecanismos prévios de pinocitose. C) pelas glândulas sebáceas.
- D) pela circulação da pele.

05. (UFRGS) Considere as afirmações a seguir sobre o tecido E) pelo panículo adiposo.

conjuntivo adiposo em seres humanos.

I. Ele é originado a partir de células do ectoderma do **04.** (PUC Minas) Com relação às células do tecido conjuntivo,

é
inCORR
afirmar:

embrião.

A) Os fibroblastos produzem mucopolissacarídeos.

II. Um súbito emagrecimento provoca a redução do

número de adipócitos no corpo. B) Os macrófagos são células fagocitárias.

C) Os macrófagos são ricos em lisossomos.

III. Crianças recém-nascidas são protegidas do frio pela

presença de um tecido adiposo multilocular, rico em D) Os mastócitos produzem histamina.

mitocôndrias. E) Os plasmócitos produzem heparina.

36 Coleção Estudo

Histologia animal: tecidos conjuntivos próprio, adiposo e hematopoiético

05. (FUVEST-SP) Tem função hematopoiética **10.** (Uniube-MG–2007) O tecido conjuntivo se caracteriza

A) as glândulas parótidas, por ser rico em matriz extracelular e apresentar

diferentes tipos de células com funções específicas nos

B) as cavidades do coração.

processos biológicos. As afirmativas a seguir se referem

C) o fígado e o pâncreas.

à caracterização e às funções dessas células. Analise-as.

D) o cérebro e o cerebelo.

I. Resultam da diferenciação de linfócitos e são

E) a medula óssea vermelha.

responsáveis pela síntese de anticorpos.

06. (UFPR) As células encarregadas da produção de anticorpos II. São células esféricas com uma grande quantidade de

específicos contra agentes patogênicos ou corpos grânulos contendo

histamina e heparina.

estranhos ao organismo são os

III. Resultam da diferenciação de monócitos, são ricas

A) macrófagos.

em lisossomos e são responsáveis pela fagocitose de

B) plasmócitos. patógenos.

C) mastócitos.

IV. São células grandes com prolongamentos que lhes

D) adipócitos.

dão o aspecto ramificado e são responsáveis pela

E) fibroblastos.

síntese de colágeno.

07. (UFMT) Os macrófagos ou histiócitos são células Assinale a alternativa que contém as afirmativas que se

amplamente distribuídas no tecido conjuntivo. referem às funções dos mastócitos e dos macrófagos.

A principal função dos macrófagos é

A) II e III apenas D) I e II apenas

A) realizar a fagocitose. B) I e IV apenas E) II e IV apenas

B) participar do processo de coagulação. C) III e IV apenas

C) acumular gorduras. **11.** (UFPE–2008) São células grandes, de

contorno irregular, **BIOLOGIA**

D) produzir anticorpos.

com núcleo que lembra forma de um rim; podem

E) sintetizar os elementos extracelulares do tecido *deslocar-se por pseudópodes; são células fagocitárias,*

conjuntivo. ricas em lisossomos e têm ampla distribuição pelo corpo.

08. São células conjuntivas denominadas (Newton Paiva-MG) Por imunofluorescência, verificou-se

que, ao injetar um antígeno, para a produção de A) fibroblastos.

soro antidiftérico, certas células do tecido conjuntivo

B)
macrófagos

mostraram intensa atividade no nível do ergastoplasma.

C)
mastócitos

Isso indicava uma grande produção de anticorpos.

D)
plasmócitos

Essas células são denominadas

E)
mieloblastos

A) mastócitos.

B) macrófagos. 12. (UDESC-SC) A famosa gordura localizada é uma das

C) histiócitos. principais razões que levam as pessoas para as academias

D) plasmócitos. de ginástica. Ela é formada por camadas de tecido

adiposo, que se desenvolve em certos locais do corpo

09. (PUC Minas) Quando há um corte na pele, os fibroblastos (quadris, abdome, etc.) de maneira acentuada. Contudo,

migram para a região danificada e produzem fibras todo o nosso corpo é envolvido, mais ou menos, por uma

colágenas, promovendo o fechamento do corte. As células camada de gordura que fica abaixo da pele. Com base

e as fibras citadas pertencem ao tecido nessa afirmativa, responda:

A) epitelial.

A) Como são denominadas as células desse tecido

B) conjuntivo. e qual a substância orgânica que armazenam?

C) glandular. B) A presença desse tecido é importante para o

D) muscular. metabolismo do organismo. **COMENTE** sobre a função

E) nervoso. da camada de tecido adiposo existente em nosso corpo.

Editora Bernoulli **37**

Frente B Módulo 02

SEÇÃO ENEM

01. “A deficiência de ácido ascórbico (vitamina C) causa o escorbuto, doença que representa uma degeneração generalizada no

tecido conjuntivo. Na falta de vitamina C, os fibroblastos param de sintetizar colágeno, de modo que as fibras destruídas não

são substituídas. O ácido ascórbico é um cofator das enzimas

prolina-hidroxilase e lisina-hidroxilase, essenciais para a síntese do colágeno.”

JUNQUEIRA & CARNEIRO. *Histologia Básica*. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995., p. 92. (Adaptação).

De acordo com o texto, é correto dizer que

- A) os fibroblastos são responsáveis pela síntese da vitamina C no tecido conjuntivo.
- B) o escorbuto nada tem a ver com as fibras do tecido conjuntivo.
- C) a síntese do colágeno depende da ação da enzima collagenase.
- D) no escorbuto ocorre aumento do número de fibroblastos.
- E) a deficiência de vitamina C impede a síntese de colágeno pelos fibroblastos.

02. (Enem–2007) A pele humana é sensível à radiação solar, e essa sensibilidade depende das características da pele. Os filtros

solares são produtos que podem ser aplicados sobre a pele para protegê-la da radiação solar. A eficácia dos filtros solares é

definida pelo fator de proteção solar (FPS), que indica quantas vezes o tempo de exposição ao sol, sem risco de vermelhidão,

pode ser aumentado com o uso do protetor solar. A tabela seguinte reúne informações encontradas em rótulos de filtros solares.

**Sensibilidade Tipo de pele e outras Proteção FPS
recomen- Proteção a recomen- características dado
queimaduras dada**

extremamente sensível branca, olhos e cabelos claros muito alta FPS
 ≥ 20 muito alta

muito sensível branca, olhos e cabelos próximos do claro alta 12 $\leq$
FPS ≥ 20 alta

sensível morena ou amarela moderada $6 \leq \text{FPS} \leq 20$
moderada

pouco sensível negra baixa $2 \leq \text{FPS} \leq 6$ baixa

As informações anteriores permitem afirmar que

A) as pessoas de pele muito sensível, ao usarem filtro solar, estarão isentas do risco de queimaduras.

B) o uso de filtro solar é recomendado para todos os tipos de pele exposta à radiação solar.

C) as pessoas de pele sensível devem expor-se 6 minutos ao sol antes de aplicarem o filtro solar.

D) as pessoas de pele amarela, usando ou não filtro solar, devem expor-se ao sol por menos tempo que as pessoas de pele

morena.

E) o período recomendado para que as pessoas de pele negra exponham-se ao sol é de 2 a 6 horas diárias.

GABARITO 12. A) As células são adipócitos que armazenam lipídios.

Fixação B) Função de reserva energética: os lipídios

constituem a segunda fonte de energia para o organismo e, havendo necessidade, são

01. E 02. C 03. A 04. B 05. C

utilizados com essa finalidade. Uma outra função é a de proteção mecânica: os lipídios

Propostos protegem órgãos internos, especialmente os ossos, uma vez que funcionam como

01. C 07. A amortecedores de impactos. Outra função

é a de isolante térmico: por serem maus

02. B 08. D condutores de calor, os lipídios contribuem para

a manutenção da nossa homeotermia, uma vez

03. E 09. B que dificultam a perda de calor para o meio

externo, notadamente nos dias mais frios.

04. E 10. A

05. E 11. B **Seção Enem**

06. B 01. E 02. B

38 Coleção Estudo

BIOLOGIA MÓDULO FRENTE Vírus

01 C

Os vírus (do latim *virus*, veneno) são seres que •

São parasitas intracelulares obrigatórios, já que só

apresentam características típicas da matéria viva e conseguem se reproduzir quando estão no interior

características típicas da matéria bruta, ou seja, ora têm de uma célula, usando, para tanto, a energia e o comportamento de seres vivos, ora comportam-se como equipamento bioquímico da célula hospedeira. seres inertes. Assim, ainda existem divergências a respeito

- Suas dimensões são ultramicroscópicas, variando de os vírus se enquadrarem ou não no mundo vivo, razão

pela qual eles não foram incluídos em nenhum dos reinos - 6 10 entre 17 nm e 300 nm (lembre-se de que 1nm = mm). Com essas dimensões, são visualizados dos seres vivos, sendo o seu estudo feito separadamente

apenas em microscopia eletrônica.

dos demais grupos de seres vivos. Entretanto, apesar de os

vírus serem acelulares, muitos autores os consideram como • Possuem morfologia diversificada. Não existe um seres vivos pertencentes ao grupo dos micro-organismos. padrão de forma para todos os vírus. Quanto à origem dos vírus, parece haver um consenso

Envoltório (envelope)

de que estes não representam a forma de vida mais

primitiva, principalmente por dependerem da presença de Capsômeros |||

||||| Capsídeo ||||| células vivas para a sua sobrevivência. Segundo a teoria ||||| Capsídeo |||||

da evolução retrógrada, os vírus seriam descendentes de |||||

|||||

metabólica durante o processo evolutivo, conservando, ||||| Ácido nucleico parasitas intracelulares que teriam perdido a autonomia ||||| Ácido |||||

entretanto, uma bagagem genética suficiente para manter ||||| nucleico sua identidade e sua capacidade de multiplicação. Uma ||||| outra teoria que tenta explicar a origem dos vírus é a

chamada teoria da origem celular, segundo a qual os vírus

Componentes de um vírus – Independentemente de sua

seriam componentes celulares, como plasmídios ou RNAm,

forma, os vírus são constituídos basicamente por um invólucro

que, por processos de recombinação, teriam adquirido um *proteico denominado capsídeo (capsídio, cápside) e por um*

invólucro proteico, separando-se da célula original. *cerne (miolo) onde fica o material genético representado pelo*

ácido nucleico. O capsídeo é formado por unidades polipeptídicas

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

denominadas capsômeros, que têm a capacidade de se combinar quimicamente com substâncias presentes na superfície das

DOS VÍRUS

células. Isso permite que o vírus ataque e reconheça o tipo de célula adequado para penetrar e parasitar. Alguns vírus também

possuem, mais externamente, envolvendo o capsídeo, um

- São acelulares, ou seja, não possuem organização envoltório (ou envelope) de natureza glicoproteica e / ou lipídica.

celular.

O material genético do vírus, isto é, o genoma viral, é

- Não possuem metabolismo próprio.

representado pelo DNA ou pelo RNA. Os que possuem DNA

- Quando estão livres, isto é, fora das células de um são chamados genericamente de desoxivírus, enquanto

organismo, em geral, podem cristalizar-se por tempo os que têm RNA são os ribovírus. Alguns desoxivírus têm

indeterminado, assim como os minerais. DNA de fita dupla, enquanto outros possuem DNA de

fita simples. Também entre os ribovírus existem aqueles

- Quimicamente, são constituídos por proteínas e por que possuem RNA de fita dupla e os que têm RNA de fita

ácido nucleico. Alguns, além das proteínas e do ácido simples. Quando fora das células hospedeiras, a

nucleico, também possuem lipídios e carboidratos. viral é chamada de vírion. O vírion nunca apresenta

- atividade metabólica e não tem capacidade de reprodução, Seu material genético (DNA ou RNA) é capaz de sofrer

mesmo quando colocado em meios nutritivos. Pode ser

mutações.

cristalizado e armazenado por longos períodos de tempo.

- São capazes de se reproduzir quando estão no interior Após esse tempo, o vírion, em condições adequadas, pode

de uma célula viva. voltar a infectar uma célula.

Editora Bernoulli 39

Frente C Módulo 01

A REPRODUÇÃO Após a adsorção, ocorre a penetração, que consiste na ativação de enzimas da cauda do bacteriófago que passam

(MULTIPLICAÇÃO) DOS VÍRUS a

atuar sobre a parede celular bacteriana, enfraquecendo-a.

O passo seguinte é a injeção, ou seja, a cauda do Os vírus só se reproduzem quando estão no interior bacteriófago, contraindo-se à semelhança de uma de uma célula hospedeira. Ao longo de sua evolução, microsseringa, permite a introdução do DNA viral na célula os vírus adquiriram mecanismos para subverter o bacteriana. No caso dos bacteriófagos, apenas o ácido funcionamento da célula hospedeira e se reproduzir à nucleico viral penetra na célula hospedeira. O seu capsídeo custa dela. O vírus utiliza todo o maquinário metabólico permanece fora, fixado na parede celular. Entretanto, certos da célula parasitada, assim como suas matérias-primas, vírus que infectam células eucariotas penetram inteiros na para fabricar várias cópias idênticas de si próprio. Essa célula

reprodução envolve as seguintes etapas: duplicação do material genético viral, síntese das proteínas do capsídeo

1 2



e montagem de novas partículas virais no interior da



célula hospedeira.

Vírus de DNA

Como exemplo de reprodução de vírus que têm como

material genético o DNA, veremos os ciclos reprodutivos

dos **bacteriófagos** ou **fagos**.

Proteína Enzima de DNA Citoplasma penetração

bac

Cabeça

Espiral de
proteína

Cauda

Placa

basal Fibras

da cauda

Perfuração Injeção

Bacteriófago da parede – Os bacteriófagos (fagos) são vírus que de DNA parasitam certas espécies de bactérias, como a bactéria intestinal bacteriana do fago Escherichia coli. O estudo da multiplicação dos bacteriófagos

abriu caminho para o esclarecimento da multiplicação dos vírus Uma vez no interior da célula bacteriana, o DNA do

que parasitam animais e vegetais. bacteriófago pode seguir dois caminhos distintos: ciclo lítico

ou
ciclo
lisogênico.

Ao entrar em contato com a bactéria, ocorre a adsorção,

isto é, a fixação do fago em determinada região da parede A) **Ciclo lítico (multiplicação lítica)** – O DNA

celular bacteriana. Essa fixação só ocorre numa região onde viral contém os genes que determinam todas as exista afinidade entre as proteínas da cauda do fago e os características do vírus. Uma vez no interior da bactéria,

receptores da parede celular bacteriana. o DNA viral começa a ser transcrito. Os genes virais

40 Coleção Estudo

Vírus

são semelhantes aos genes da célula hospedeira, de modo que as enzimas da bactéria, responsáveis pela transcrição do

DNA, não os distinguem dos genes bacterianos e passam a transcrevê-los, produzindo moléculas de RNAm virais, que

se ligam aos ribossomos bacterianos, ocorrendo, assim, síntese de proteínas virais. Algumas dessas proteínas inibem

o cromossomo bacteriano; outras atuam na replicação do DNA do fago, produzindo numerosas outras moléculas de

DNA viral; muitas irão formar os capsídeos, existindo também aquelas que atuam como enzimas de empacotamento.

Em seguida, ocorre uma montagem, isto é, por ação das enzimas de empacotamento, cada capsídeo envolve uma molécula

de DNA viral, formando, assim, uma nova partícula viral. Após 30 ou 40 minutos da infecção inicial, cerca de 200 novos

bacteriófagos já estão completamente formados no interior da célula bacteriana. Nesse momento, são produzidas as enzimas

que destroem a parede da célula bacteriana, ocorrendo, então, a lise (ruptura) dessa célula e a consequente liberação dos

vírions no meio extracelular. Esses vírions poderão infectar outras bactérias e repetir todo o processo.

No ciclo lítico, o material genético invasor, ou seja, o DNA viral, se apossa de todo o sistema celular bacteriano, que

passa a funcionar única e exclusivamente na produção de novos vírus.

Nesse ciclo, o vírus é denominado **virulento** ou **lítico**, e a bactéria é chamada de não lisogênica.



Cromossomo



bacteriano

DNA O DNA do bacteriófago torna-se circular. viral

Bacteriófago (fago) O vírus aderido à parede
BIOLOGIA bacteriana injeta seu DNA na

célula. O capsídeo
permanece

aderido à parede.

6 Ciclo lítico





Lise da célula bacteriana Montagem das partículas Replicação do DNA viral e e liberação dos vírions. virais. síntese das proteínas virais.

B) Ciclo lisogênico (multiplicação lisogênica) –

Ao penetrar na célula bacteriana, o DNA do fago incorpora-se ao

cromossomo bacteriano, passando a se comportar como se fosse parte integrante dele e não interferindo no metabolismo

da célula hospedeira. O DNA viral integrado ao cromossomo celular é chamado de provírus ou profago. Nesse caso,

a bactéria continua com suas atividades metabólicas normais e, durante sua reprodução, o DNA viral vai sendo

duplicado junto com o DNA bacteriano e transmitido às novas bactérias. Assim, o DNA viral vai sendo reproduzido,

sem causar a lise das células bacterianas. Por isso, nesse ciclo, o vírus é chamado de **não virulento** ou **temperado**,

e a bactéria, de lisogênica. Veja a seguir uma representação esquemática desse ciclo:

Editora Bernoulli 41

Frente C Módulo 01

1 2 3

Cromossomo

bacteriano

...e se recombina com o

DNA O DNA do fago cromossomo bacteriano, viral torna-se circular... tornando-se um profago.

O DNA viral não interfere

no metabolismo bacteriano.

Injeção do DNA viral na célula.

O capsídeo permanece aderido **Ciclo**
lisogênico à parede.

As bactérias carregando o profago dividem-se normalmente.

O ciclo lisogênico termina quando, sob determinados estímulos

(luz UV e algumas substâncias químicas), o DNA do fago separa-se

do cromossomo bacteriano e inicia o ciclo lítico.

O esquema a seguir mostra, de forma mais resumida, os ciclos de reprodução dos bacteriófagos nas células hospedeiras.

DNA
Cromossomo

Fago viral bacteriano



Bactéria

Duplicação bacteriana



Ciclo lítico Ciclo lisogênico



Lise da bactéria



A multiplicação dos vírus parasitas de animais que possuem como material genético o DNA segue, no geral, o mesmo padrão da reprodução dos bacteriófagos.

Vírus de RNA

Quando o ácido nucleico do vírus é o RNA, dois processos de reprodução podem ocorrer:

A) Na célula hospedeira, o RNA viral é transcrito em várias moléculas de RNAm, que comandarão a

síntese de proteínas.

É o que acontece, por exemplo, com o vírus da gripe. Nesse caso, o vírion adere-se a substâncias receptoras presentes

na superfície das células hospedeiras, penetrando inteiro. No interior da célula, ocorre a desnudação, ou seja, o

42 Coleção Estudo

Vírus

capsídeo é digerido por enzimas celulares existentes nos lisossomos, e, assim, o RNA é liberado no citoplasma. Esse

RNA viral é copiado em RNAm viral, à custa de uma enzima, a RNA-polimerase RNA-dependente, que faz parte da

partícula viral. Uma vez sintetizado, o RNAm viral liga-se aos ribossomos celulares, ocorrendo, então, a tradução, ou

seja, as informações genéticas do RNAm viral serão traduzidas, possibilitando a formação de proteínas virais, que

podem ser de dois tipos: proteínas estruturais, que irão formar o capsídeo, e enzimas, que participam especificamente

da duplicação do ácido nucleico viral. Em seguida, ocorre a montagem de novas partículas virais, isto é, a reunião de

moléculas de RNA viral em capsídeos origina novos vírions, que se libertam das células infectadas.

B) Na célula hospedeira, o RNA viral é utilizado como molde para fabricar DNA, por ação da enzima transcriptase reversa.

Esses vírus são chamados de retrovírus. Possuem, associada ao seu RNA, a enzima transcriptase reversa.

Ao penetrar

numa célula hospedeira, essa enzima catalisa uma reação de transcrição ao contrário, isto é, formação do DNA a

partir do RNA viral. O DNA viral, assim formado, é de fita simples. O RNA viral é, então, degradado, e o DNA viral de

fita simples sintetiza a sua fita complementar, tornando-se, assim, um DNA viral de fita dupla. Esse DNA viral de fita

dupla pode permanecer inativo por tempo indeterminado, incorporado ao material genético da célula, constituindo

o provírus, como também, a qualquer momento, pode desencadear a transcrição, formando RNAm viral que se liga

aos ribossomos da célula hospedeira, onde será traduzido, formando proteínas virais (proteínas do capsídeo). Essas

proteínas virais se juntam às moléculas de RNA viral, formando novas partículas virais no interior da célula. Essas

novas partículas virais são liberadas da célula por brotamento e podem infectar outras células. O vírus da Aids é um

bom exemplo de retrovírus.

Membrana da

|||||
| célula

|||||

||

|||||

|||||

|||||

|||||

||||| BIOLOGIA

|||||

|||||

|||||

|||||

|||||

Envelope

RNA viral reversa ||||| 1 |||||
Capsídeo Adesão do vírus à membrana Célula hospedeira |||||
||| plasmática e penetração da
(citoplasma) ||| partícula viral na célula RNA
viral ||| hospedeira por endocitose. |||
||||| DNA
||||| DNA |||||
||| DNA

5 2 Os vírus formados podem infectar Após a desnudação do
vírus no meio **Ciclo dos**

outras células. intracelular, a transcriptase reversa
retrovírus

sintetiza DNA a partir de RNA.

|||||

|||||

|||||

|||||

|||||

|||||

|||||

|||||

|||||

|||||

||||| RNAm

|||||

|||||

|||||

|||||

|||||

|||||

|||||

|||||

|||||

|||||

|||||

|||||

|||||

|||||

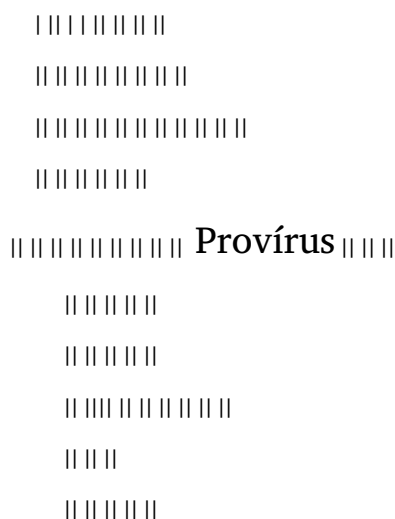
|||||

|||||

|||||

|||||

|||||



Proteínas

virais

4 3 O DNA viral é, então, incorporado Genes virais são transcritos e traduzidos;

novas partículas virais são formadas e ao cromossomo da célula, liberadas da célula por brotamento. formando o provírus.

Editora Bernoulli **43**

Frente C Módulo 01

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO 05. (UNESP-SP-

2009) O dogma central da biologia, segundo o qual o DNA transcreve RNA e este orienta a síntese de

01. (UNIRIO-RJ) Todos os vírus proteínas, precisou ser revisto quando se descobriu que

A) só se reproduzem no interior de células vivas. alguns tipos de vírus têm RNA por material genético.

B) são parasitas de vegetais superiores. Nesses organismos, esse RNA orienta a transcrição de

DNA, num processo denominado transcrição reversa.

C) são patogênicos para o homem.

A mesma só é possível quando

D) podem ser observados ao microscópio óptico.

A) a célula hospedeira do vírus tem, em seu DNA nuclear,

E) são bacteriófagos.

genes para a enzima transcriptase reversa.

02. B) a célula hospedeira do vírus incorpora ao seu DNA (UFBA) A caracterização do vírus como ser vivo está

o RNA viral, que codifica a proteína transcriptase

relacionada com a sua capacidade de

reversa

A) sobreviver em meios de cultura artificiais mantidos

em laboratório. C) a célula hospedeira do vírus apresenta, no interior de

B) realizar a síntese de proteínas, utilizando seus seu núcleo, proteínas que promovem a transcrição de

próprios ribossomos. RNA para DNA.

C) reproduzir-se e sofrer modificações nas suas D) o vírus de RNA incorpora o material genético de

características hereditárias. um vírus de DNA, que contém genes para a enzima

D) apresentar, simultaneamente, moléculas de DNA e de transcriptase reversa.

RNA na sua organização. E) o vírus apresenta, no interior de sua cápsula,

E) fabricar seu próprio alimento quando em vida livre, proteínas que promovem na célula hospedeira a

e armazená-lo para uso, quando cristalizado. transcrição de RNA para DNA.

03. (FCMMG) Os vírus apresentam material genético

representado por ácido nucleico, mas não possuem a

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

maquinaria das organelas celulares.

Tal constatação implica que

01.
(UFMG)
Observe a
figura:

A) os antibióticos conhecidos não destroem os vírus.

B) os vírus são parasitas intracelulares obrigatórios.

C) as doenças viróticas são mais difíceis de serem curadas.

D) os vírus podem ser classificados como células incompletas (eucariontes).

E) os invólucros proteicos dos vírus são agregados aos mesmos a partir de outros seres, como bactérias,

como se fosse um empréstimo.

04. (PUC-SP) O esquema a seguir representa um bacteriófago:

1

2

Com relação à figura, todas as afirmativas estão corretas,

EXCETO

A) Ocorre duplicação do DNA viral no interior da

As estruturas desse vírus, indicadas por 1 e 2, são célula bacteriana.

constituídas quimicamente por

B) São produzidas novas células bacterianas a partir

A) aminoácidos. do DNA viral.

B) nucleotídeos. C) São sintetizadas cápsulas proteicas virais pela

C) polissacarídeos. célula bacteriana.

D) nucleotídeos e aminoácidos, respectivamente. D) Trata-se do ciclo de um bacteriófago.

E) aminoácidos e nucleotídeos, respectivamente. E) Verifica-se lise da célula bacteriana.

02. A) cápsula de T4 e DNA de T2. (UFBA) No mundo dos excessivamente pequenos,

encontram-se os vírus, que se caracterizam por serem B) cápsula de T2 e DNA de T4.

A) organismos vivos que se apresentam sob uma C) cápsula e DNA, ambos de T2.

mesma forma.

D) cápsula e DNA, ambos de T4.

B) agentes infecciosos específicos de células animais.

E) mistura de cápsulas e DNA de T2 e T4.

C) estruturalmente semelhantes às células vegetais.

D) de composição química essencialmente lipoglucídica. **06.**
(FCMMG)

E) de crescimento e multiplicação restritos ao interior 35 1.
Marcação das proteínas do fago com S.

das células que parasitam.

03. (UNIMEP-SP) Alguns vírus atacam e destroem bactérias

e por isso receberam o nome de bacteriófagos ou

simplesmente fagos. Com relação a esses vírus,

afirma-se que

A) são constituídos quimicamente de moléculas de Infecção
Agitação Separação dos

hidrocarbonetos. mecânica despojos de

bactéria

B) possuem grandes quantidades de mitocôndrias

e ergastoplasma, essenciais para que possam

reproduzir. 32 2. Marcação do DNA do fago P.

C) são constituídos de uma cápsula proteica e de um

miolo de DNA, sendo apenas o DNA injetado na

bactéria.

D) são constituídos de nucleoproteínas e penetram

inteiros dentro da bactéria, multiplicando-se, então,

BIOLOGIA

por cissiparidade.

E) são células procarióticas que parasitam bactérias, Infecção
Agitação Separação dos

terminando por destruí-las. mecânica despojos de

bactéria

04. (UFPA) Alguém afirmou que os vírus

O esquema anterior representa um experimento cujo

I. só se reproduzem no interior de células vivas; objetivo é
demonstrar que apenas o material genético

II. atacam somente células animais; do vírus bacteriófago (DNA)
penetra na bactéria

III. possuem DNA ou RNA como material genético. parasitada.

Para se conseguirem os bacteriófagos marcados,

Assinale

o procedimento **CORRETO** é

A) se somente a frase I estiver correta.

B) se somente a frase II estiver correta. A) aplicar radiações aos vírus normais que se

transformarão em vírus marcados, por meio de

C) se somente a frase III estiver correta.

processos de mutações.

D) se as frases I e III estiverem corretas.

B) infectar, com vírus normais, bactérias cultivadas em

E) se as frases II e III estiverem corretas.

meios de cultura distintos que contenham enxofre e

05. fósforo marcados. (FUVEST-SP) Os bacteriófagos são constituídos por

uma molécula de DNA envolta em uma cápsula de C) cultivar os vírus normais, em meios de culturas

proteína. Existem diversas espécies que diferem entre si estéreis e assimbióticos, com enxofre e fósforo

quanto ao DNA e às proteínas constituintes da cápsula. marcados, para que possam assimilar esses

Os cientistas conseguem construir partículas virais ativas elementos.

com DNA de uma espécie e cápsula de outra. Em um D) alimentar os vírus com substâncias que contenham

experimento, foi produzido um vírus contendo DNA do enxofre e fósforo marcados, para que essas

bacteriófago T2 e a cápsula do bacteriófago T4. Pode-se substâncias sejam incorporadas normalmente pelo

prever que a descendência desse vírus terá metabolismo viral.

Frente C Módulo 01

07. (UNIRIO-RJ) É característica do ciclo reprodutivo de um **10.**
(Fatec-SP) Os vírus são minúsculos “piratas” biológicos

bacteriófago a *porque invadem as células, saqueiam seus nutrientes*
e utilizam as reações químicas das mesmas para se

A) penetração por inteiro na célula hospedeira.

reproduzirem. Logo em seguida, os descendentes dos

B) injeção do material genético, RNA, no interior da célula

hospedeira. invasores transmitem-se a outras células,
provocando

C) injeção do material genético, DNA, no interior da *danos*
devastadores. A estes danos, dá-se o nome de

célula hospedeira. viroses, como a raiva, a dengue
hemorrágica, o sarampo,

D) reprodução sexuada denominada conjugação. *a gripe, etc.*

E) reprodução assexuada denominada divisão binária. SCOTT,
Andrew. *Piratas da célula*. (Adaptação).

08. (FUVEST-SP) Os vírus De acordo com o texto, é **CORRETO**
afirmar que

A) possuem genes para os três tipos de RNA (ribossômico,

A) os vírus utilizam o seu próprio metabolismo para
mensageiro e transportador), pois utilizam apenas

destruir células, causando viroses.

aminoácidos e energia das células hospedeiras.

B) possuem genes apenas para RNA ribossômico e para B) os vírus utilizam o DNA da célula hospedeira para

RNA mensageiro, pois utilizam RNA transportador da produzir outros vírus. célula hospedeira.

C) possuem genes apenas para RNA mensageiro e para C) os vírus não têm metabolismo próprio.

RNA transportador, pois utilizam ribossomos da célula

D) as viroses resultam sempre das modificações hospedeira.

genéticas da célula hospedeira.

D) possuem genes apenas para RNA mensageiro, pois

utilizam ribossomos e RNA transportador da célula E) as viroses são transcrições genéticas induzidas

hospedeira. pelos vírus que degeneram a cromatina na célula

E) não possuem genes para qualquer um dos três tipos hospedeira.

de RNA, pois utilizam toda a maquinaria de síntese

de proteínas da célula hospedeira.

11.

(FCMMG)

09. Quem é o assaltante? (UFF-RJ) Relativamente aos vírus, afirma-se,

CORRETAmEnTE, que, *O robô, munido de uma gazua capaz de abrir a porta da*

fábrica, entra na sala de comando e coloca seu programa

A) no caso dos retrovírus, que causam diversos tipos de

em um dos computadores, fazendo a fábrica produzir

infecções, a enzima transcriptase reversa catalisará

o que ele quer, juntamente com o que já produzia.

a transformação do DNA viral em RNA mensageiro.

Aos poucos, o funcionamento das máquinas é danificado,

B) em qualquer infecção viral, o ácido nucleico do vírus *e a fábrica explode. De que é formada a produção*

tem a capacidade de se combinar quimicamente com clandestina que se espalha pelo ambiente? Ora, de robôs

substâncias presentes na superfície das células, o que idênticos ao assaltante, já munidos de gazua, prontos

permite ao vírus reconhecer e atacar o tipo de célula para penetrar em outras fábricas do mesmo tipo e repetir

adequado a hospedá-lo. o ciclo. Afinal, o primeiro assaltante também nasceu de

uma explosão.

C) no caso dos vírus que têm como material genético

o DNA, este será transcrito em RNA mensageiro que
PESSOA, O. F. *Caminhos da vida: Biologia no Ensino Médio.*

comandar a síntese das proteínas virais. São Paulo:
Scipione, 2001. p. 343.

D) em qualquer infecção viral, é indispensável que o Com base no texto, podemos afirmar que **nÃO** representa

capsídeo permaneça intacto para que o ácido nucleico uma
associação equivalente ao descrito: do vírus seja transcrito.

A)
Robô
=
vírus.

E) em todos os vírus que têm como material genético

B)
Fábrica
=
célula.

o RNA, este será capaz de se duplicar sem a

necessidade de se transformar em DNA, originando C)

Gazua = ribossoma.

várias cópias na célula hospedeira. D) Programa = ácido nucleico.

46 Coleção Estudo

Vírus

12. (UFU-MG) O HIV, responsável pela Síndrome da **15.** (UFRJ)
Observe o vírus da Aids representado a seguir:

Imunodeficiência Adquirida (Aids), é um retrovírus que

Camada de lipídios

parasita os linfócitos, células de defesa dos organismos.
(bimolecular) Invólucro central

De acordo com o ciclo biológico do HIV, podemos dizer que
(proteico)

A) o mecanismo de conjugação garante a reprodução

|||||||

sexuada do retrovírus e, assim, a sua variabilidade |||||
|||||

|||||||

|||||

fenotípica. |||||

||||||||||||||

B) o DNA do retrovírus é transcrito em moléculas de |||||
RNA dupla hélice, que se integram no RNA da célula |||||
|| hospedeira. |||||

|

C) o RNA do retrovírus é transcrito em moléculas de DNA, |||||
||||| que são traduzidas em proteínas responsáveis pela |||||
|||||

formação de novos capsídeos internos e envelopes |||||
|||||
||||| proteicos externos.

D) o RNA do retrovírus usa a transcriptase reversa para Cápsula
Transcriptase

da célula hospedeira. RNA (genoma viral) produzir uma
molécula de DNA que se integra no DNA proteica reversa

13. “O vírus da Aids é classificado como **retrovírus** e pode

(FUVEST-SP) Com o objetivo de promover a reprodução

ser disseminado no organismo na forma de um **provírus**”.

de certos vírus bacteriófagos, um estudante incubou

Os dois termos destacados referem-se às características

vírus em meio de cultura esterilizado, que continha

do vírus da Aids. **DESCREVA**, de modo resumido,

todos os nutrientes necessários para o crescimento

o significado dessas duas características.

de bactérias. Ocorrerá reprodução dos vírus? **BIOLOGIA**

A)
Retrovírus

Por quê?

B)
Provírus

14. (UERJ) Analisando o genoma de alguns vírus formados

SEÇÃO ENEM por fita simples de RNA, encontramos aqueles que são

RNA(-), como o do resfriado comum, e os que são

01. Os vírus (do latim *virus*, veneno) são seres que

RNA(+), como o da poliomielite. apresentam características típicas da matéria viva e

Observe que: características típicas da matéria bruta, ou seja, ora têm

• Nos vírus RNA(-), apenas o RNA complementar a seu comportamento de seres vivos, ora comportam-se como

genoma é capaz de funcionar como mensageiro na seres inertes.

célula infectada. No quadro a seguir, estão relacionadas algumas

• Nos vírus RNA(+), o genoma viral funciona diretamente características dos vírus.

como mensageiro.

- Ambos os vírus necessitam, para sua replicação,

(1) Quimicamente, são constituídos por proteínas e ácido

da enzima RNA replicase, que sintetiza um RNA nucleico. complementar a um molde de RNA. (2) São acelulares.

- O gene da enzima RNA replicase está presente no (3) Não possuem metabolismo próprio.

genoma dos dois tipos de vírus, mas a enzima só é (4) Seu material genético (DNA ou RNA) é capaz de sofrer

mutação.

encontrada nas partículas virais de RNA(–).

(5) Possuem poder de cristalização, assim como os minerais.

A) **EXPLIQUE** por que é necessário, para sua replicação, (6) Visualizados apenas em microscopia eletrônica.

que os vírus RNA(–) já contenham a enzima RNA replicase, enquanto os RNA(+) não precisam

As características mencionadas no quadro que identificam armazenar essa enzima.

os vírus com os seres vivos estão indicadas pelos números

B) **APRESENTE** um argumento contrário à hipótese de A) 1, 2 e 3. D) 1 e 4, apenas.

que os vírus, devido à simplicidade de sua estrutura,

B) 1, 3 e 4. E) 4 e 6, apenas.

foram precursores das primeiras células. C) 1, 4 e 6.

Frente C Módulo 01

02. É importante não confundir vírus com viroides. Os

05.
C

viroides são constituídos apenas por uma molécula de ácido nucleico. O primeiro viroide foi descoberto ao se 06. B procurar identificar o agente causador de uma doença de batata (doença do tubérculo afilado) o qual se supunha 07. C ser um vírus. Observou-se que o agente patógeno da doença é constituído exclusivamente por uma molécula de 08. D ácido ribonucleico (RNA). Posteriormente, descobriu-se

09.
C

que outras doenças vegetais também são causadas por viroides. Nos organismos parasitados, os viroides

10.
C

se localizam, de preferência, e talvez exclusivamente, no interior dos núcleos celulares, em íntima associação 11. C com a cromatina. O mecanismo de multiplicação dos viroides ainda é pouco conhecido. 12. D

De acordo com o texto, os viroides

13. Como no meio de cultura não existem bactérias,

A) possuem organização celular procariota.

apenas nutrientes, a reprodução dos bacteriófagos

B) não possuem capsômeros. não acontecerá, já que ela depende de células

C) são fragmentos de ácidos nucleicos dos vírus. bacterianas para ocorrer.

D) são patógenos que parasitam os vírus.

14. A) Esses vírus precisam da enzima RNA replicase

E) podem realizar ciclo lítico ou ciclo lisogênico.

(ausente nas células infectadas) para fazer

a cópia do seu genoma, sintetizando, assim,

GABARITO a fita positiva de RNA (RNA+) que serve de

m

Fixação B) Pelo fato de serem parasitas intracelulares

obrigatórios, é mais provável que os vírus

tenham surgido num momento em que as

01. A células já existissem.

02. C

15. A) Retrovírus: vírus de RNA que realiza a

03. B transcrição no sentido inverso, isto é, sintetiza

04. E DNA a partir do seu RNA.

05. E B) Provírus: refere-se ao material genético do

Propostos vírus (DNA viral), incorporado no genoma da
célula hospedeira.

01. B Seção Enem 02. E

01.
D

03. C

04. D 02. B

48 Coleção Estudo **BIOLOGIA MÓDULO** **FRENTE Víroses** 02 C

Os vírus são agentes etiológicos (agentes causadores)
de Proteínas da

diversas doenças, tanto em plantas como em animais.
Glicoproteínas estrutura central

O quadro a seguir mostra algumas das principais
víroses Transcriptase

que acometem a espécie humana. reversa



Membran



de
lipídio

Viroses humanas RNA (gordura)

-

Aids Gripe Poliomielite

!!

Catapora

||

(varicela) ***Esquema do vírus da Aids*** – O vírus causador da doença
é Hepatite infecciosa Rubéola

..

conhecido pela sigla HIV, iniciais de Human Immunodeficiency

..

Caxumba Herpes simples Sarampo Vírus (*Vírus da
Imunodeficiência Humana*), e pertence ao grupo dos

retrovírus. Esse vírus invade e destrói os linfócitos T auxiliares

Dengue Hidrofobia (“Raiva”) Varíola + *(também conhecidos por CD4), que são justamente as células*

que ativam os outros linfócitos que formam o exército de defesa

Febre amarela Hantavirose Verrugas genitais

do corpo. Esses linfócitos T atuam como células “auxiliares”

O modo de transmissão das viroses humanas é bastante *do sistema imunológico, uma vez que estimulam a produção de*

anticorpos e também estimulam a fagocitose de corpos estranhos

diversificado. Algumas têm um agente vetor, como é o

ao organismo. Por isso, a destruição dessas células acarreta a

caso da dengue e da febre amarela; outras, como a Aids

■
e o herpes genital, podem ser transmitidas por meio das

■
relações sexuais; em muitas, os vírus penetram em nosso É bom lembrar que, além do HIV-1, principal vírus

■
organismo junto com o ar que inspiramos ou pela água e responsável pela Aids, existe uma variedade do vírus,

■■
alimentos ingeridos. Transfusões sanguíneas e o contato com mais rara, o HIV-2.

■■
sangue de pessoas contaminadas também podem transmitir O período de incubação do vírus no organismo

■
certas viroses. Existem ainda situações em que ocorre a humano é variável, em média de 2 a 3 anos (podendo,

■
transmissão vertical, em que a partícula viral infecciosa entretanto, ser bem mais longo). Durante esse

passa ao feto através da placenta. período, a pessoa infectada não apresenta sintomas

A seguir, faremos um estudo resumido de algumas viroses. da doença, mas poderá transmitir o vírus a outras.

De cada uma delas, é importante você guardar o(s) modo(s) Comprovadamente, transmissão e contaminação

de transmissão e as medidas de prevenção ou profilaxia. se fazem por meio de: transfusões de sangue de

pessoas infectadas pelo HIV; uso de instrumentos

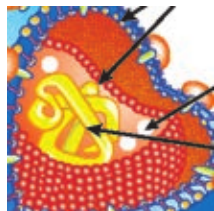
DOENÇAS VIRÓTICAS cirúrgicos ou seringas contaminadas; e relações sexuais, uma vez que o vírus presente no esperma

- ou em secreções vaginais penetra por microfissuras **Aids** – A sigla Aids é formada pelas iniciais da

expressão inglesa *Acquired Immune Deficiency* formadas durante o ato sexual nos tecidos do reto,

Syndrome (Síndrome da Imunodeficiência pênis ou mucosa vaginal. O vírus também pode passar

Adquirida). Alguns autores preferem a utilização da mãe para o filho durante a vida intrauterina ou



da sigla Sida, em português. por ocasião do parto e também pela amamentação.



A transmissão do vírus da mãe para o filho é

A Aids causa a perda da imunidade, responsável pela

responsável por cerca de 90% dos casos de Aids defesa do organismo contra agentes infecciosos.

em
criança

Assim, o paciente, com o sistema imunológico debilitado, fica exposto às chamadas infecções Como

ainda não existe uma vacina nem a cura

oportunistas, provocadas por bactérias, fungos, definitiva para a doença, o combate à Aids se faz protozoários e outros tipos de vírus. por meio de informação e profilaxia (prevenção).

Editora Bernoulli 49

Frente C Módulo 02

As principais medidas preventivas são: uso de •
Dengue (doença “quebra-ossos”) – Doença preservativos (camisinhas); controle de qualidade do infeciosa aguda causada por quatro variedades de

sangue usado em transfusões; emprego de seringas vírus que têm RNA como material genético. No Brasil,

e agulhas descartáveis; esterilização de qualquer esses vírus são transmitidos ao homem pela picada

instrumental cirúrgico médico-odontológico; não dos mosquitos fêmeas *Aedes aegypti*. utilização comum de instrumentos cortantes, tais

como navalhas, giletes, alicate de unha, etc.
Estudos

realizados em diferentes países mostram que o

uso

do AZT pela mulher infectada, durante a gestação,

além do uso do medicamento pelo recém-nascido e

a substituição da amamentação podem reduzir em

cerca de 70% a transmissão vertical do HIV. Sem tratamento, a transmissão chega a ocorrer em até 40% dos casos.

- **Catapora (Varicela)** – É uma das doenças

contagiosas mais comuns na infância. O vírus
Mosquito adulto

causador possui DNA e é transmitido por gotículas de

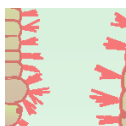
saliva, pelo contato com as lesões da pele do doente

ou com roupas e objetos contaminados.



Os vírus provavelmente penetram em nosso organismo ovo

de incubação de 12 dias, aproximadamente, a doença ^{Primeiro estágio} pelas mucosas das vias respiratórias. Após um período se manifesta por meio de febre, prostração e dores de ^{da larva PUPA} cabeça. Dois ou três dias depois, surgem pequenas ^{Segundo} manchas vermelhas na pele, que se transformam ^{estágio} em bolhas que contêm um líquido claro. Essas ^{da larva} erupções se espalham pelo corpo (peito, barriga, ^{Terceiro} costas, nádegas, braços, pernas e outras partes). ^{estágio} O líquido torna-se amarelo e forma-se uma crosta ^{da larva} escura (“casca de ferida”) que se desprende sem ^{estágio} deixar marcas. Nesse estágio da doença, manifesta- ^{da larva} se uma coceira muito incômoda. Não se deve deixar



o doente coçar as bolhas, pois isso pode propiciar contaminação bacteriana. Unhas aparadas, banhos *Aedes aegypti* – *É um mosquito muito pequeno (menor que um*

e troca de roupas diários também contribuem para *pernilongo comum*), *de corpo escuro rajado de branco, que pica*

evitar essa contaminação. Enquanto houver febre *e durante o dia e se desenvolve em água parada e limpa.* novas bolhas estiverem aparecendo, o doente deve

permanecer em repouso. Em geral, transcorrem duas Os diferentes tipos de vírus da dengue podem causar

semanas desde o surgimento dos primeiros sintomas duas formas distintas da doença:

dengue clássica e

até o desaparecimento da última crosta. **dengue hemorrágica.** A dengue clássica manifesta-se

pelo início súbito de febre, com duração de 4 a 5

Atualmente, já existe vacina para se prevenir a

dias, acompanhada de prostração, cefaleia (dor doença.

de cabeça), aumento dos gânglios linfáticos, dores

- **Caxumba (Parotidite)** – Doença contagiosa e aguda musculares (especialmente nas costas) e dores nas

(de curso rápido e intenso) que se torna mais perigosa articulações ósseas (daí o nome de doença “quebra-

nas crianças. Acomete mais comumente as crianças na essas manifestações desaparecem gradualmente. faixa etária de 5 a 15 anos. Na forma mais grave da doença, isto é, na dengue nos adultos, pelas complicações que pode trazer, do que ossos”). Depois de mais ou menos uma semana,

O vírus da caxumba possui RNA e é transmitido por hemorrágica, além dos sintomas da dengue clássica,

gotículas de saliva, secreções nasais e, ainda, por

também ocorrem hemorragias intestinais,
vômitos e

objetos contaminados (copos, garfos, etc.) por
uma inflamação do fígado. pessoa doente.

A dengue clássica e a dengue hemorrágica podem

A penetração do vírus em nosso organismo se ser
diagnosticadas por meio de exame de sangue.

dá pelas vias respiratórias ou pela boca, de onde

os vírus normalmente passam para as glândulas
Não existe um medicamento específico para a
doença.

parótidas (maiores glândulas salivares) e causam
A dengue clássica é tratada com repouso,
ingestão de

sua inflamação, vindo daí o nome parotidite.
Mais líquidos e uso moderado de antitérmicos à
base de

raramente, os vírus, por meio da corrente
sanguínea, paracetamol. Não devem ser usados
medicamentos

podem chegar a outros órgãos, como os
testículos, compostos por ácido acetilsalicílico,
cuja ação

os ovários, o pâncreas e mesmo o cérebro.
anticoagulante pode ocasionar sangramentos.

A imunização preventiva da caxumba se faz com
o O importante é procurar o serviço de saúde

logo no

uso de vacina. início dos sintomas e evitar a automedicação.

50 Coleção Estudo

Viroses

Na dengue hemorrágica, o tratamento pode exigir do gênero *Haemagogus*, que adquirem os vírus dos a aplicação de soro, plasma e até transfusões de macacos e podem passá-los ao homem quando este

sangue nas manifestações mais graves, em que os entra em contato com a mata. Nesse caso, fala-se

pacientes devem ser internados para um melhor em **febre amarela silvestre**. acompanhamento médico.

A doença compromete vários órgãos: fígado, baço,

Todos os tipos de dengue podem produzir formas rins, medula óssea e gânglios linfáticos. Logo após

assintomáticas, brandas, graves e fatais. Todos um período de incubação de 4 a 5 dias, a pessoa

os tipos podem levar à dengue grave na primeira apresenta febre alta, calafrios, dor de cabeça e

infecção, porém isso ocorre com maior frequência prostração; seguem-se vômitos, dores musculares

após a segunda e a terceira infecção por sorotipo e bradicardia (diminuição da frequência cardíaca).

diferente. É possível que uma pessoa contraia Com a evolução do processo infeccioso, surgem novas

dengue hemorrágica no primeiro contágio, mas é manifestações ainda mais graves, como hemorragias

fato conhecido que a repetição das epidemias, com e comprometimento renal e hepático. São as lesões

a circulação sucessiva dos vários tipos de vírus, hepáticas que dão ao doente o aspecto amarelado

aumenta consideravelmente a probabilidade de que caracteriza a doença. ocorrência da dengue hemorrágica.

A profilaxia da doença consiste no combate aos

Não existe, ainda, vacina contra a dengue.

Dessa

mosquitos transmissores da febre amarela urbana,

maneira, a profilaxia (prevenção) da doença reside

sobretudo em sua forma larvária (no caso da febre

no combate aos vetores, isto é, aos mosquitos

amarela silvestre, o combate aos mosquitos é

transmissores. Para tanto, devem ser tomadas as

praticamente impossível, uma vez que eles estão

seguintes medidas: exterminar os locais utilizados

espalhados por toda a mata); vacinação de todas as

pelo mosquito para sua reprodução e postura dos

pessoas que trabalham ou residem em regiões onde

vazias, pneus velhos, etc.; tampar caixas-d'água, a doença se manifesta de forma endêmica; vacinação ovos, não deixando água no interior de garrafas, latas

tanques, filtros e quaisquer reservatórios de água das pessoas que pretendem viajar para regiões onde

dentro ou fora de casa; evitar a manutenção de água

existe a doença; e controle de navios e aviões que nos pratos dos vasos de plantas; utilizar inseticidas e saem ou chegam das regiões endêmicas.

desinfetantes domésticos e usar telas protetoras em •
Gripe (Influenza) – Existem diferentes tipos de

portas e janelas para impedir o acesso dos mosquitos
vírus de gripe. Todos têm como material genético

BIOLOGIA

ao interior das casas. o RNA, que, em muitos deles,
sofre contínuas

Existe a possibilidade de as fêmeas do *A. aegypti*
modificações (mutações). As alterações ocorridas no

grávidas, infectadas com o vírus da dengue, ácido
nucleico do vírus determinam modificações no

contaminarem os seus ovos (transmissão envoltório
proteico. Assim, os anticorpos elaborados

transovariana ou transmissão vertical). Tal fato já
contra um tipo de vírus gripal tornam-se inócuos no

foi evidenciado, por exemplo, em Belo Horizonte.
combate a outra forma mutante. Essa é uma das

Os ovos de *A. aegypti* são colocados em grupos causas
que dificultam a obtenção de uma vacina mais

(10-30 ovos / criadouro), facilitando, assim,
sua eficiente no combate às gripes.

sobrevivência e dispersão. Os ovos são muito resistentes à dessecação, podendo permanecer e secreções nasais. Os vírus penetram em nosso organismo pela boca ou pelas cavidades nasais, eclodir nos primeiros 15 minutos. A resistência à instalando-se em nossas vias respiratórias. contato com a água (ex.: chuva), as larvas podem dessecação dos ovos é considerada um dos principais Os sintomas da gripe aparecem, subitamente, de obstáculos para o controle da doença, pois essa 1 a 3 dias após o contágio, e os mais frequentes são: condição permite que o ovo seja transportado a febre, prostração, dor de cabeça, dores musculares, grandes distâncias em ambiente seco. Daí o motivo tosse, espirros e obstrução nasal. Embora se faça da alta população de *Aedes aegypti* durante o certa confusão entre gripe e resfriado comum, período de chuvas. essas doenças são causadas por tipos diferentes de

- vírus. O resfriado é uma doença mais branda, que **Febre amarela** – Doença infecciosa aguda, que pode

ser extremamente grave e fatal, típica de regiões compromete apenas as partes altas do aparelho

tropicais e subtropicais (África, América Central e respiratório (nariz e faringe), com consequente coriza

América do Sul). Os vírus causadores possuem RNA (eliminação de um líquido claro e aquoso), espirros

e são transmitidos ao homem por mosquitos fêmeas e febre moderada ou ausente. dos gêneros *Aedes* e *Haemagogus*.

Ainda não existe tratamento específico contra a

Nas cidades, os vírus são transmitidos por mosquitos gripe. O recomendado é o repouso e uma dieta rica do gênero *Aedes*, sendo o *Aedes aegypti* a principal em líquidos. Analgésicos e antitérmicos podem ser

espécie transmissora da **febre amarela urbana**. utilizados para diminuir o mal-estar geral e a febre,

No campo, a febre amarela tem forma endêmica enquanto descongestionantes melhoram a obstrução

em muitas regiões e é transmitida por mosquitos nasal.

Editora Bernoulli 51

Frente C Módulo 02

O combate aos vírus causadores da gripe é feito contaminados). A transmissão também pode ser pelas nossas defesas naturais, em especial pelos

feita por meio de seringas, agulhas e material anticorpos. Entretanto, a imunidade não é duradoura cirúrgico contaminados e pelo contato com

ou definitiva, pois novas formas de vírus mutantes, sangue e secreções do corpo, como sêmen e

contra as quais o nosso organismo ainda não produziu secreções vaginais (nas relações sexuais), além

anticorpos, aparecem rapidamente. de leite materno, lágrima e saliva.

Durante os surtos epidêmicos de uma gripe, deve-se A hepatite B geralmente tem um período de

evitar aglomerações humanas, especialmente em incubação mais longo (60 a 180 dias), e os seus ambientes fechados, pois isso muito contribui para sintomas são semelhantes aos da hepatite A. a disseminação dos vírus.

O t r a t a m e n t o d a h e p a t i t e c o n s i s t e ,

Existem vacinas antigripais que conferem uma fundamentalmente, em repouso e dieta

certa proteção apenas contra alguns tipos de vírus. adequada (com pouca gordura para não

Tais vacinas são recomendadas principalmente

sobrecarregar o fígado). para pessoas que têm o sistema imunológico mais

debilitado, como os idosos. Na prevenção da hepatite B, torna-se necessária

a esterilização cuidadosa dos instrumentos

- **Hepatites virais** – Hepatite é uma inflamação do cirúrgicos, seringas, agulhas, etc., como também

fígado que pode ter várias causas, como ingestão o controle de qualidade do sangue dos doadores.

excessiva de bebidas alcoólicas ou ação de parasitas Já existe uma vacina contra a hepatite B, que

e de substâncias químicas. Quando causada por vírus, deve ser aplicada sobretudo nos indivíduos que

a hepatite é dita viral. Sua extensão e gravidade são exercem atividades médico-sanitárias, pois

variáveis, podendo apresentar-se mais branda (sob lidam com doentes e com material que pode

forma “benigna”) e, em certos casos, ter evolução estar contaminado. grave e até fatal. A hepatite virótica é causada por

- C) **Hepatite C** – Causada pelo HCV, sua transmissão,

diferentes tipos de vírus. Entre eles, destacam-se o

à semelhança da hepatite B, é feita através

HAV (vírus da hepatite A), HBV (vírus da hepatite

do sangue e relação sexual. A forma crônica

B) e o HCV (vírus da hepatite C).

pode evoluir para cirrose hepática e também

A) Hepatite A – Causada pelo HAV, sua transmissão predispõe ao câncer de fígado (câncer hepático).

se faz pela via digestiva, por meio da ingestão
Ainda não há vacina. de água e alimentos
contaminados por fezes

- **Herpes simples** – É uma doença que se caracteriza de indivíduos doentes. Insetos, como as por formações de pequenas vesículas nas mucosas ou moscas, facilitam a transmissão, pousando na pele. Essas vesículas, que surgem sobre pequenas alternadamente nos detritos e nos alimentos, inflamações dolorosas, aparecem principalmente nos transportando, assim, os vírus das fezes lábios (“herpes oral”) e nos órgãos genitais (“herpes contaminadas para alimentos, água e objetos. genital”). A doença, entretanto, pode manifestar-se Torna-se evidente, portanto, que a falta de

em qualquer região do corpo.

instalações sanitárias adequadas facilita a propagação da doença e a ocorrência de surtos O vírus do herpes simples possui DNA e transmite-se

epidêmicos. de pessoa a pessoa por contato direto. O **herpes-**

vírus tipo 1, responsável pelo **herpes oral** ou

A hepatite A se caracteriza por um período de labial, é encontrado, por exemplo, na saliva de

incubação de 20 a 40 dias, após o qual surgem muitas pessoas que nunca tiveram manifestação

os sintomas da doença: febre, mal-estar, perda da doença. Pode-se, portanto, falar em indivíduos

de apetite (anorexia), náuseas, vômitos, dor portadores, isto é, indivíduos que possuem e

de cabeça, dores abdominais, hepatomegalia transmitem o vírus sem manifestação da doença.

(fígado inchado e dolorido quando apalpado) e O **herpes-vírus tipo 2**, responsável pelo **herpes**

icterícia (pele e olhos amarelados). **genital**, é transmitido essencialmente pelo contato

A profilaxia depende de medidas gerais de sexual, sendo, portanto, uma doença do grupo das

saneamento e cuidados pessoais com a higiene. DST (Doenças Sexualmente Transmissíveis).

A prevenção da doença obedece aos mesmos As lesões (vesículas) cicatrizam em poucos dias e,

princípios de prevenção de todas as doenças normalmente, não deixam sinal de sua aparição;

cujos agentes etiológicos (causadores) penetram os tecidos afetados refazem-se plenamente.

por via digestiva. Os vírus, porém, podem permanecer latentes,

A hepatite A pode ser prevenida por meio da voltando periodicamente à atividade. Essas crises

vacinação feita a partir dos 12 meses de vida. de recidivas estão associadas a diversos estímulos,

tais como exposição excessiva aos raios solares,

B) Hepatite B – Causada pelo HBV, sua transmissão febris produzidas por outras infecções, perturbações

se faz pela via parenteral (inoculação

subcutânea, digestivas, alterações psíquicas ou distúrbios

intramuscular, endovenosa e outras de produtos emocionais, reações alérgicas e, em algumas

contendo sangue humano ou derivados
mulheres, irregularidades menstruais.

52 Coleção Estudo

Viroses

As medidas profiláticas específicas são praticamente vacinação antirrábica; o animal deve ser mantido inexistentes, pois os vírus do herpes encontram-se sob observação durante pelo menos dez dias. Se, ao latentes nos tecidos, sendo encontrados em final desse período, o animal não manifestar sinais porcentagens muito altas na espécie humana. Uma da doença, o tratamento é dispensável, mas, se o medida geral é evitar o contato direto com o herpético cão adoecer, morrer, fugir ou se a observação do em fase de manifestação da doença. animal não for possível, a pessoa deverá procurar imediatamente assistência médica especializada.

- **Hidrofobia (raiva)** – Doença grave, quase

Provavelmente, o médico iniciará uma série de

sempre fatal, que acomete praticamente todos os vacinas, que são eficientes desde que aplicadas antes mamíferos. de a pessoa ficar doente.

O vírus da raiva tem RNA e é transmitido ao homem A prevenção da raiva urbana consiste fundamentalmente

pela saliva de diversos animais contaminados na vacinação dos cães e gatos e na captura e no controle

(raposa, lobo, gambá, rato, morcego, cão, gato dos animais vadios. e outros). O cão e o gato são os principais

OBSERVAÇÃO

transmissores da raiva ao homem, sendo que o cão

responde por, aproximadamente, 87% dos casos que A raiva bovina, que acarreta grandes prejuízos à

acometem o homem. Essa transmissão se dá por pecuária, tem como profilaxia a vacinação em massa

meio de lambidas em regiões do nosso corpo com do gado, especialmente em áreas onde existem

ferimentos e, principalmente, por meio da mordida, morcegos hematófagos. que provoca na pele ferimentos por onde penetram

os vírus presentes na saliva do animal contaminado.

(do grego • **Poliomielite (paralisia infantil)** –

Poliomielite

polios, cinzento; *myel*, medula e *itis*,

Os vírus atingem o sistema nervoso central, onde se inflamação) significa “inflamação da substância multiplicam, causando danos irreparáveis. cinzenta da medula nervosa”. É um termo introduzido

A raiva humana se manifesta após um período quando ainda se pensava que a doença atingisse

de incubação usualmente compreendido entre somente a medula nervosa. Posteriormente,

parece depender da quantidade de vírus inoculada não apenas a medula nervosa, mas também outras regiões do SNC (Sistema Nervoso Central). O termo (mordedura direta sobre a pele ou através da 20 e 60 dias. A duração do período de incubação descobriu-se que os vírus dessa doença atacam

roupa), bem como do local da mordedura, ou seja, “paralisia infantil”, muito usado popularmente para se referir à doença, é também impróprio, já que apenas da distância da zona de inoculação até o sistema

BIOLOGIA 1% dos casos assume forma parálitica e a doença nervoso central. Webster considera os seguintes pode manifestar-se também em adultos. períodos médios de incubação conforme o local da

mordedura: cabeça ($\pm$ 30 dias); membros superiores

O vírus da poliomielite tem como material genético

($\pm$ 40 dias); membros inferiores ($\pm$ 60 dias). o RNA
e normalmente penetra em nosso organismo

pela via digestiva, junto com água e com alimentos

Os sintomas da doença podem, então, demorar de
contaminados. Nas regiões onde são precárias as

alguns dias a alguns meses para se manifestarem
condições de saneamento, a água é um importante

num indivíduo contaminado. As manifestações iniciais
veículo de transmissão desses vírus. Admite-se que

não são muito específicas: febre moderada, cefaleia a
transmissão também possa ocorrer de pessoa a

(dor de cabeça), insônia, ansiedade e sensação pessoa
por meio de gotículas de saliva ou secreções

de dor e formigamento na região da mordida.
nasais. Posteriormente, aparecem os sintomas
típicos da

Após a penetração, os vírus multiplicam-se no

raiva: excitação cerebral com crises de delírio e
de

intestino e depois invadem a corrente sanguínea,

agressividade, espasmos musculares dolorosos,

disseminando-se por todo o corpo, podendo, assim,

convulsões, paralisias, elevação da temperatura

atingir os órgãos do sistema nervoso central.

(41-42 °C) e asfixia terminal. O doente geralmente

morre por paralisia dos músculos respiratórios. A profilaxia e o controle da poliomielite se fazem

O termo hidrofobia (do grego *hydros*, água, e *phobos*, submetendo a população a um programa adequado

medo) se deve ao fato de que, em consequência de vacinação. As vacinas universalmente conhecidas

dos espasmos dolorosos dos músculos da faringe, são a Salk e a Sabin. A mais utilizada é a vacina Sabin,

o doente evita a deglutição até da saliva. que é aplicada por via oral, sob a forma de gota.

Em vista da gravidade da doença, são necessárias No Brasil, a adoção, a partir de 1980, dos “Dias

medidas severas para evitá-la, tornando obrigatória Nacionais de Vacinação” muito tem contribuído para

a vacinação de cães e gatos e o recolhimento dos a erradicação da doença. animais soltos nas ruas. Se uma pessoa for mordida

- **Rubéola** – O vírus da rubéola possui RNA, e sua por um desses animais, deve tomar os seguintes transmissão é feita por gotículas de saliva e secreções cuidados: com água e sabão, lavar várias vezes nasais e também pelo contato direto com o doente.

o local da ferida, mantendo-o em água corrente durante algum tempo e aplicando depois um A penetração do vírus se faz através das mucosas desinfetante; mesmo que o animal não mostre sinais das vias respiratórias e sua disseminação, por meio de raiva, exigir do seu proprietário o atestado de da corrente sanguínea.

Editora Bernoulli 53

Frente C Módulo 02

Após um período de incubação que dura em média • **Verrugas (papilomas) genitais** – Têm como

de duas a três semanas, surgem os sintomas causadores vírus conhecidos por **HPV** (Papilomavírus

iniciais: mal-estar, febre baixa, aumento dos gânglios Humano). Já foram catalogados mais de 150

linfáticos cervicais (região do pescoço) e surgimento subtipos de HPV no mundo. Alguns desencadeiam

de um exantema (erupção cutânea) constituído por infecções menos agressivas, enquanto outros,

manchas rosadas na pele. mais agressivos, podem desencadear processos

A rubéola é uma doença “benigna”. No entanto, neoplásicos cancerígenos. Um estudo epidemiológico

quando contraída por mulheres grávidas, torna-se realizado pelo Instituto Ludwig de Pesquisa sobre

uma doença bastante perigosa, já que o vírus pode o Câncer, em São Paulo, revelou que o HPV é

infectar a placenta e daí passar para o feto, provocando responsável por 96,5% dos casos de **câncer de colo**

anomalias, como surdez, microcefalia e defeitos **de útero**. O HPV também pode desencadear tumores

cardíacos. O perigo se torna ainda maior se a mulher malignos em outros locais, como vagina, vulva, reto

adquire a doença nos primeiros meses de gestação, e ânus. Nos homens, pode desencadear câncer no

época em que os órgãos do embrião estão em processo pênis e no ânus. de formação. Quanto mais no início da gravidez ocorre

a infecção, maior a chance de nascimento de criança A transmissão do HPV se faz quase

exclusivamente

afetada por anomalias graves. por contato sexual.
Tumores no colo do útero

certamente advêm do sexo em sua forma mais

A rubéola não tem um tratamento específico,
cabendo

convencional – a penetração pela vagina. Os de
às nossas defesas naturais o combate aos vírus
ânus relacionam-se à prática de sexo anal. E, mais
causadores da doença. Sua profilaxia é feita com
o

uso de vacina. recentemente, detectaram-se
lesões de esôfago por

HPV, talvez provocadas pela prática de sexo oral.

- **Sarampo** – Doença aguda, altamente contagiosa,
Embora seja extremamente raro, alguns autores

comum em todo o mundo, que acomete,
sobretudo,

admitem ser possível contrair o vírus em piscinas,
crianças até 10 anos de idade, especialmente as
banheiros públicos e por meio do uso compartilhado
menores de 5 anos.

de sabonetes, roupas íntimas ou toalhas de banho.

O vírus possui RNA, e sua transmissão se faz por meio São transmissões possíveis, porém muito pouco

de secreções dos olhos, nariz e garganta (secreções prováveis. E há, finalmente, um percentual baixo de

nasofaríngeas) e gotículas de saliva que, pela fala, crianças infectadas na hora do parto. tosse e espirros, propagam-se pelo ar.

Como o modo de transmissão do HPV se faz

Os vírus penetram pelas mucosas das vias

praticamente apenas por meio da relação sexual, respiratórias, caem na corrente sanguínea e se quanto mais cedo for o início da vida sexual, maior disseminam pelo corpo.

será a probabilidade de se entrar em contato com

Após um período de incubação de, aproximadamente, esses vírus. Sexo sem proteção (sem o uso de

10 dias, surgem os primeiros sintomas: febre, corrimento preservativos) e a troca frequente de parceiros

nasal, tosse, olhos vermelhos e lacrimejantes. Um ou aumentam a probabilidade de contágio. dois dias depois, aparecem pequenos pontos brancos

(manchas de Koplik) na mucosa bucal e, em

seguida, Em 70% dos casos, o HPV desaparece naturalmente.

surge um exantema constituído por manchas vermelhas Em muitos casos, o vírus permanece latente ou

que normalmente aparecem primeiro atrás das orelhas e evidencia-se por meio de sintomas facilmente

na face e, posteriormente, alastram-se por todo o corpo. tratáveis. Assim, não é toda contaminação por HPV

que irá desencadear processos cancerígenos. Isso irá

O sarampo sem complicações não é uma doença depender do subtipo de HPV presente no organismo.

grave, mas, como muitas outras viroses, reduz

a resistência do organismo, tornando-o mais Há várias formas de detectar a presença do HPV,

suscetível a contrair infecções secundárias, como desde exames mais simples, como o de Papanicolau,

otite (inflamação do ouvido médio), pneumonia, até exames que utilizam técnicas mais avançadas que

encefalites e outras, que necessitam de pronto identificam o DNA do vírus, permitindo classificá-lo

atendimento médico. Essas complicações são mais com maior precisão. Caso o HPV seja detectado

frequentes em crianças desnutridas e debilitadas.

precocemente, as chances de cura são de 100%.

A profilaxia do sarampo é feita com o uso de vacina. Dependendo do grau de risco da lesão, o tratamento

54 Coleção Estudo

Viroses

pode exigir intervenção cirúrgica (cauterização • **Febre hemorrágica pelo vírus Ebola** – O vírus

das lesões), administração de drogas antivirais ou Ebola foi isolado pela primeira vez em 1976,

simplesmente uma rotina de controle. Nos casos mais a partir de casos humanos de uma epidemia de febre

graves, em que os tumores já estejam presentes, hemorrágica que ocorreu em vilas do noroeste do

com alto teor maligno, os pacientes são submetidos Zaire, próximo ao rio Ebola. Ele é responsável por

a sessões de quimioterapia e radioterapia. um quadro de febre hemorrágica extremamente

letal, pois o vírus apresenta tropismo pelas células

Além das viroses mencionadas, muitas outras hepáticas e do sistema reticuloendotelial. O início da
existem. Cerca de 60% das doenças infecciosas doença
é súbito, com febre, calafrios, dor de cabeça,
no mundo têm como agentes etiológicos os vírus.
anorexia, náusea, dor abdominal, dor de garganta
Algumas estão no grupo das chamadas “**doenças** e
prostração profunda. Em alguns casos, entre o
emergentes”, isto é, doenças cuja existência quinto e
o sétimo dia da doença, aparece exantema
anterior era desconhecida no planeta ou, pelo menos,
de tronco, anunciando manifestações hemorrágicas:
na região em que apareceram. Entre as viroses que
conjuntivite hemorrágica, úlceras sangrentas em
fazem parte desse grupo de doenças emergentes,
lábios e boca, sangramento gengival, hematêmese
há, por exemplo, a Aids, que infecta milhões de
(hemorragia proveniente do estômago) e melena
pessoas em todo o mundo, as hantavirose, a febre
(eliminação de fezes escuras contendo sangue).
hemorrágica africana (causada pelo vírus Ebola) e Nas
epidemias ocorridas, os casos com forma
a Sars. hemorrágica evoluíram rapidamente
para a morte.

As principais formas de transmissão são seringas e

- **Hantavirose** – São enfermidades agudas que

agulhas infectadas que são reutilizadas, transmissão podem apresentar-se sob as formas de febre de pessoa a pessoa por meio de contato íntimo com hemorrágica com síndrome renal (HFRS) e de os doentes graves e contato sexual. Contato com síndrome pulmonar por hantavírus (HPS), sendo a indivíduos infectados, mas que apresentam pouco ou

segunda a única forma encontrada nas Américas.

BIOLOGIA

nenhum sintoma, isto é, que não apresentam formas

Os hantavírus têm como reservatórios os roedores,

hemorrágicas, parece não resultar em transmissão.

especialmente os silvestres. No roedor, a infecção

pelo vírus aparentemente não é letal e pode Ainda não existem vacinas para o Ebola. Assim,

levá-lo ao estado de reservatório por toda a vida. sua profilaxia baseia-se em medidas de vigilância

A infecção humana ocorre mais frequentemente sanitária e isolamento dos doentes. Medidas rigorosas

pela inalação de aerossóis formados a partir de devem ser adotadas em portos e em aeroportos que secreções e excreções de roedores infectados. recebem meios de transportes oriundos de regiões ou

Outras formas de transmissão para a espécie humana países que estiverem sofrendo epidemias ou surtos já foram descritas, como ingestão de água e alimentos de Ebola. As pessoas doentes devem ser isoladas por contaminados, transmissão percutânea, por meio de meio de um método chamado “barreira técnica”, que escoriações na pele, mordeduras de roedor e contato inclui as seguintes medidas: médicos e enfermeiros vestem paramentos, máscaras, luvas e proteção do vírus com mucosas, como a conjuntival.

especial quando cuidam dos pacientes; as visitas aos

A síndrome pulmonar por hantavírus causa febre, pacientes são restritas; materiais descartáveis são dores musculares (mialgias), dor abdominal, vômitos, removidos do quarto e queimados depois do uso; cefaleia, taquipneia, taquicardia, hipertensão, edema todo material reutilizável é esterilizado antes da pulmonar e insuficiência respiratória aguda. Trata-se reutilização; e toda a área deve ser limpa com uma de uma doença com alta taxa de letalidade. solução desinfetante.

As medidas de profilaxia e controle das hantavirose •
Sars (Síndrome respiratória aguda grave) ou
devem ser baseadas em manejo ambiental, por meio,
pneumonia asiática – Doença de etiologia virótica,
principalmente, de práticas de higiene e medidas
causada por vírus do grupo dos coronavírus,
corretivas no meio ambiente, como saneamento e
transmitida de pessoa a pessoa ou por contato muito
melhoria das condições de vida e moradia, tornando
próximo, uma vez que o agente etiológico se espalha
as habitações e os campos de trabalhos impróprios no
ar, por gotículas expelidas pela tosse das pessoas
à instalação e proliferação de roedores. contaminadas.
No surto de Sars ocorrido em 2003

Editora Bernoulli 55

Frente C Módulo 02

na China, em Cingapura, no Vietnã e no Canadá,
muitas das vítimas foram justamente
profissionais Os interferons são glicoproteínas relativamente
pequenas

de saúde que atenderam casos iniciais de pessoas

capazes de proteger células semelhantes contra a ação de outros vírus agressores. Funcionam como uma espécie de infectadas. Há suspeita que possa também ser mensageiro intercelular, isto é, atravessam a membrana passada por objetos infectados (objetos usados da célula infectada (onde foram produzidos) e “avisam”

pelos pacientes). É uma doença de evolução determinadas células que ainda não foram agredidas da

rápida. Os primeiros sintomas surgem entre três infecção. Nas células que ainda não foram infectadas,

e dez dias após a infecção: febre acima de 38 °C, o interferon estimula a produção de uma outra proteína,

tosse seca, fadiga, dificuldades respiratórias e até a proteína inibidora da tradução ou TiP (*translational*

insuficiência respiratória. Sua taxa de mortalidade, *inhibitory protein*). O TIP liga-se aos ribossomos da célula e os altera, de modo que o RNAm dos vírus não comparada com outras pneumonias, é alta (3% a é traduzido, sem, contudo, comprometer a tradução 4% dos doentes). O diagnóstico é feito a partir de do RNAm da célula. Isso permite que a célula continue

amostras de sangue e / ou secreções da garganta funcionando normalmente, mas impede a síntese de

dos doentes. Durante o tratamento, o doente deve proteínas virais em seu interior. Sem a produção das

ser mantido em isolamento, receber medicamentos proteínas virais, novas partículas de vírus não são

para aliviar os sintomas e medicamentos

antivirais. formadas dentro da célula. O interferon, portanto, age

A melhor maneira de se prevenir é evitar viagens impedindo a multiplicação dos vírus no interior das células.

para áreas onde estejam ocorrendo casos da A produção de interferon, estimulada por um vírus, inibe

doença, evitando, assim, o contato próximo a multiplicação de uma grande variedade de outros vírus.

com pessoas doentes ou portadoras do agente Assim, o **interferon não tem especificidade**, isto é,

exerce sua ação inibidora contra diversos vírus.

causador. Nos terminais de viagens (portos,

aeroportos), os passageiros devem ser orientados

a procurar auxílio médico caso se enquadrem

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO nas situações de risco (presença de um ou mais

sintomas e proveniência de um dos países com

caso de transmissão no período de dez dias **01.** (UFMG) Todas as alternativas apresentam precauções que

anterior aos desembarques). devem ser tomadas para diminuir a incidência da dengue,

EXCETO



LEITURA COMPLEMENTAR A) Esvaziar

as garrafas que não estão em uso e guardá-las de cabeça para baixo.



Defesas do organismo contra os vírus B) Evitar
a manutenção de água nos pratos de vasos de



A natureza proteica dos vírus, agindo como antígeno, estimula o
plantas.



organismo parasitado a produzir **anticorpos específicos** e os



C) Fazer furos nos recipientes a serem descartados para
interferons.



escoamento da água da chuva.



A) Anticorpos – São proteínas de defesa, também D) Lavar com água filtrada e ferver os alimentos antes

conhecidas por imunoglobulinas, produzidas pelos

de
ingeri-
los.

plasmócitos contra um antígeno (proteína estranha) que



penetra no organismo. E) Trocar, semanalmente, a água dos bebedouros de



animais, lavando-os com uma escova.



Os anticorpos são específicos, isto é, determinado



anticorpo somente age contra aquele antígeno que induziu **02.** (FCMMG) O governo brasileiro não tem medido esforços sua formação. É algo parecido com o modelo “chave-



fechadura” das enzimas. A molécula de anticorpo se liga no sentido de tentar erradicar no país a poliomielite,

quimicamente ao antígeno (reação “antígeno-anticorpo”), através de campanhas de vacinação. Cientificamente,



neutralizando, assim, seu efeito. Muitas vezes, o anticorpo o processo consiste numa operação que se traduz por



age ligando-se à parede celular do micro-organismo e

permitindo que ele seja fagocitado mais facilmente pelos A)
introdução de “defesas” já prontas para que haja



macrófagos e leucócitos. resposta imediata do organismo.



B) B) vacinações múltiplas, já que os efeitos dessa **interferons –**
Observou-se, há algum tempo, que a



peessoa que adquire uma virose difi cilmente contrai outra
vacinação são muito passageiros.



virose ao mesmo tempo. Esse fato despertou a curiosidade C)
sensibilização das células de defesa do organismo que



de alguns pesquisadores, que, estudando o problema, fi cam estimuladas e prontas para fagocitar o agente

descobriram que, em muitas infecções ocasionadas por etiológico. vírus, as células infectadas liberam os interferons em



quantidades mínimas (cerca de 10 D) imunização passiva, introduzindo-se através do -12 g para cada milhão



de células infectadas). No homem, existem três tipos de tubo digestório, em gotas, pequenas dosagens de



interferons: o interferon α , produzido pelos leucócitos; anticorpos.



o interferon β , produzido por fi broblastos; e o interferon E) imunização ativa, através da introdução do antígeno



γ ou imunointerferon, produzido por linfócitos. no organismo.

56 Coleção Estudo

Viroses

03. Considerando os conhecimentos atuais, assinale (PUC Minas) A maioria dos morcegos que vemos

voando durante a noite na cidade são completamente A) se apenas II, III e IV são corretas.

inofensivos ao homem. São morcegos frugívoros, ou

B) se apenas II e III são corretas.

seja, que se alimentam de frutos. Existem também

aqueles que são nectívoros, ou seja, se alimentam do C) se apenas I, II e IV são corretas.

néctar das flores. D) se apenas I, III e IV são corretas.

No entanto, no meio rural, ocorrem morcegos vampiros, E) se I, II, III e IV são corretas.

atraídos pela existência de bois, vacas e cavalos, dos

quais sugam o sangue. Eventualmente, esses morcegos

podem sugar sangue do homem. Tal fato é preocupante,

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

pois os morcegos hematófagos são, conhecidamente,

transmissores de uma doença virótica e fatal, se não

01. (PUC Minas) São medidas eficazes, a curto prazo, no

tratada a tempo. controle do mosquito transmissor da dengue,
EXCETO

A doença à qual o texto se refere é

A) deixar caixas-d'água tampadas.

A) caxumba.

B) emborcar as garrafas vazias deixadas a céu

B) hepatite. aberto.

C) rubéola. C) furar o fundo das latas para que elas não possam

D) raiva. acumular água.

E) sarampo. D) não deixar água acumulada em pratos de vasos de

plantas

04. (UFMG) Em saúde pública, denominam-se “doenças E) canalizar os córregos sanitários (esgotos).

emergentes” aquelas cuja ocorrência era desconhecida

num determinado local. Uma típica doença emergente da **02.** (PUC Minas) Entre as alternativas a seguir, marque

década de 1990 é a febre de Ebola, surgida no Zaire, na aquela que apresenta risco de contaminação pelo vírus **BIOLOGIA** da Aids. África.

A) Respirar o mesmo ar que pessoas contaminadas.

Com relação a essa doença, é **CORRETO** afirmar:

B) Doar sangue com material descartável.

A) Apresenta, em seu ciclo, um vetor, um hospedeiro e

C) Ser picado por insetos que já picaram uma pessoa
um estágio larvário.

contaminada.

B) Podem-se excluir os macacos como seus possíveis

reservatórios. D) Fazer inseminação artificial sem controle do banco
de

sêmen.

C) É provocada por um agente etiológico do mesmo

E) Usar roupas e outros utensílios de pessoas

grupo do causador da febre amarela.

contaminadas.

D) Tem cura mediante a utilização de antibióticos nas

fases iniciais. **03.** (PUC Minas) A dengue atinge moradores das
zonas nobres

05. do Rio e de São Paulo, mostrando que o ataque do vírus

(VUNESP-SP) Em relação à Aids, temos as afirmações

não se restringe à periferia e à pobreza.

seguintes:

Assinale a alternativa que **nÃO** está relacionada a essa

I. A doença é causada por vírus. doença.

II. O contágio se dá, principalmente, por transfusão de A) O
mosquito da dengue está causando também

sangue contaminado, contato sexual com portadores a febre amarela e
a mesma vacina, utilizada na

recente vacinação em massa, previne as duas
e uso comum de agulhas pelos viciados em drogas.

doença

III. A convivência com pessoa doente, em casa, no B) O controle da
doença depende da diminuição dos focos

trabalho, na escola, na rua, excluídas as condições de
reprodução do mosquito. mencionadas em II, não oferece
perigo de transmissão

C) O “fumacê” não é a solução, pois os danos ambientais
da doença.

são maiores do que a eficácia do produto.

IV. A doença atua sobre o sistema imunológico, D) A infecção por
tipos diferentes do vírus pode

diminuindo a resistência do organismo. apresentar dengue
hemorrágica.

Editora Bernoulli 57

Frente C Módulo 02

04. (UFMG) O gráfico representa a expansão da dengue no **08.**
(UFPB) Geralmente, o grupo de células que um tipo

Brasil nas últimas três décadas. de vírus infecta é bastante restrito e
está relacionado

à interação existente entre as moléculas de proteínas

50 receptoras específicas, presentes na superfície da célula

40 a ser infectada, e o(as)

30 A) proteínas virais.

20 B) DNA viral. 10

nº de casos x 1 000 C) ácido nucleico viral.

1960 1970 1980 1990 D) substâncias químicas específicas produzidas pelos

As alternativas contêm hipóteses que podem explicar os vírus antes da infecção.

dados do gráfico, **EXCETO** E) camadas de lipídeos do envelope viral.

A) Aceleração das migrações internas. 09. (PUC Minas–2009) A gripe suína, que também afeta

B) Ineficiência dos programas de saúde pública no país.

seres humanos, é uma doença causada pelo vírus da

C) Poluição das águas dos rios onde as fêmeas desovam.

Influenza A, dito H1N1 em função da presença de duas

D) Resistência do vetor aos inseticidas utilizados.

proteínas, hemoaglutinina e neuraminidase, na superfície

05. do patógeno. (PUC Minas) O vírus da Aids deprime o sistema

imunológico, porque O genoma viral é composto por oito fragmentos de

RNA fita simples, que podem ser recombinados quando

A) fagocita as imunoglobulinas.

diferentes cepas virais infectam simultaneamente a

B) fagocita os leucócitos.

mesma
célula.

C) parasita os linfócitos.

D) inibe a diapedese.

E) confere resistência às bactérias. Hemoaglutinina

06. (Milton Campos-MG) *O sarampo, doença infecciosa*

facilmente transmissível e, portanto, disseminável, havia

deixado de representar percalço no contexto da saúde Membrana do

pública em São Paulo. No entanto, a partir do segundo envelope viral

[...]. Não esperávamos conviver no final do século com o Genoma viral (oito fragmentos de RNA) semestre de 1996, a enfermidade voltou com grande ímpeto

retorno do sarampo como problema de saúde pública.

Prof. Vicente Amato Neto, titular do Depto. de doenças A esse respeito, é **inCORRETO** afirmar:

infecciosas e parasitárias da Faculdade de Medicina da USP –

A) Os genes que codificam as proteínas neuraminidase

Folha de S. Paulo, 04 set. 1997. e hemoaglutinina encontram-se no
genoma viral.

Para se obter o controle profilático eficiente do sarampo, B) A recombinação de diferentes cepas virais dificulta a

é indispensável produção de uma vacina definitiva para a gripe.

A) vacina. C) O RNA viral deve primeiro ser transformado em DNA C) repouso.

B) medicação. D) quarentena. para que o vírus possa produzir suas próprias proteínas.

D) A membrana do envelope viral é produzida pela célula

07. hospedeira. (UERJ) Pandemias graves de gripe por vírus

influenza

- repetem-se, no mundo, a determinados intervalos de tempo, causando milhões de mortes. Cientistas da OMS **10.** (UFMG) A imprensa brasileira noticiou, no início de 2001, alertam para o fato de que a gripe aviária, surgida no o aumento da incidência da dengue em diversos estados sudeste asiático, pode provocar uma nova pandemia. brasileiros. No mesmo período, a Secretaria de Estado da Saúde de Minas Gerais confirmou a existência de uma O controle do alastramento desse vírus é problemático, epidemia de febre amarela em alguns municípios do Estado. não só devido às facilidades de transporte no mundo, mas, também, porque as vacinas produzidas para combatê-lo Em relação a essas duas doenças, é **CORRETO** afirmar que podem perder a sua eficácia com o tempo. A) a campanha de vacinação promovida pela Secretaria Essa perda de eficácia está associada à seguinte de Saúde para combate à febre amarela vai reduzir, característica dos vírus influenza: também, a incidência da dengue. A) Sofrer alterações em seu genoma com certa frequência. B) ambas são transmitidas pelo mesmo vetor e B) Inibir com eficiência a produção de anticorpos pelo aumentam sua incidência no mesmo período do ano. hospedeiro. C) as medidas preventivas adotadas para evitar o C) Destruir um grande número de células responsáveis ressurgimento da dengue e da febre amarela são as pela imunidade. mesmas. D) Possuir cápsula protetora contra a maioria das defesas D) o

mesmo vírus é responsável pelo surgimento de ambas,

do hospedeiro. que se distinguem por seus sintomas nos indivíduos.

58 Coleção Estudo

Víroses

11. I. o sucesso inicial dos coquetéis anti-HIV talvez tenha (UFV-MG)
Impressionados com a notícia do poder

arrasador com que o vírus Ebola vem dizimando uma levado a
população a se descuidar e não utilizar

certa população na África, alguns alunos de um colégio medidas de
proteção, pois se criou a ideia de que

sugeriram medidas radicais para combater o vírus dessa estes
remédios sempre funcionam.

terrível doença. II. os vários tipos de vírus estão tão resistentes que
não

Considerando-se que esse agente infeccioso apresenta há nenhum
tipo de tratamento eficaz e nem mesmo

características típicas dos demais vírus, assinale a qualquer medida
de prevenção adequada.

sugestão mais razoável.

III. os vírus estão cada vez mais resistentes e, para evitar

A) Descobrir urgentemente um potente antibiótico que sua
disseminação, os infectados também devem usar

possa destruir a sua membrana celular. camisinhas e não
apenas administrar coquetéis.

B) Alterar o mecanismo enzimático mitocondrial para

impedir o seu processo respiratório. Está **CORRETO** o que se afirma em

- C) Injetar nas pessoas contaminadas uma dose maciça A) I, apenas.
de bacteriófagos para fagocitar o vírus. B) II, apenas.
D) Cultivar o vírus *in vitro*, semelhante à cultura de C) I e III, apenas.
bactérias, para tentar descobrir uma vacina.
D) II e III, apenas.
E) Impedir, de alguma maneira, a replicação da molécula E) I, II e III.
de ácido nucleico do vírus.

12. 02. (Enem–2007) O *Aedes aegypti* é o vetor transmissor da
(UFRJ–2009) O herpes genital é uma doença infecciosa

causada pelo vírus HSV-2, geralmente transmitido por dengue. Uma
pesquisa feita em São Luís-MA, de 2000

meio de relações sexuais. a 2002, mapeou os tipos de reservatório
onde esse

mosquito era encontrado. A tabela a seguir mostra parte

Quando um médico detecta o HSV-2 em uma mulher

dos dados coletados nessa pesquisa.

grávida, costuma recomendar que o parto seja realizado

por cesariana, uma intervenção cirúrgica que extrai o feto

População de *A. aegypti* **BIOLOGIA**

diretamente do útero. **Tipos de reservatório**

SEÇÃO ENEM Tambor / tanque / depósito de barro

Vaso de planta 456 3 191 1 399

01. (Enem-2002) Uma nova preocupação atinge os Material de construção / 271 436 276 peça de carro profissionais que trabalham na prevenção da Aids no Brasil.

Tem - se observado um aumento crescente , Garrafa / lata / plástico 675 2 100 1 059

principalmente entre jovens, de novos casos de Aids, Poço / cisterna 44 428 275

questionando-se, inclusive, se a prevenção vem sendo

ou não relaxada. Essa temática vem sendo abordada Caixa-d'água 248 1 658 1 178

pela mídia: Recipiente natural,

armadilha, piscina e 615 2 658 1 178

Medicamentos já não fazem efeito em 20% dos outros

infectados pelo vírus HIV. Análises revelam que um

Total 10 059 58 604 38 962

quinto das pessoas recém-infectadas não haviam sido

submetidas a nenhum tratamento e, mesmo assim, não Caderno Saúde Pública, v.20, n.5, Rio de Janeiro, out/2004.

(Adaptação).

responderam às duas principais drogas anti-Aids. Dos

pacientes estudados, 50% apresentavam o vírus FB, De acordo com essa pesquisa, o alvo inicial para redução

uma combinação dos dois subtipos mais prevalentes no mais rápida dos focos do mosquito vetor da dengue nesse

país, F e B. município deveria ser constituído por

Jornal do Brasil A) pneus e caixas-d'água. , 02 out. 2001 (Adaptação).

B) tambores, tanques e depósitos de barro.

Dadas as afirmações anteriores, considerando o enfoque C) vasos de plantas, poços e cisternas.

da prevenção, e devido ao aumento de casos da doença D) materiais de construção e peças de carro.

em adolescentes, afirma-se que E) garrafas, latas e plásticos.

Editora Bernoulli 59

Frente C Módulo 02

03. Prevê-se, porém, que a utilização dessa variedade de (Enem-2009) *Estima-se que haja atualmente no mundo*

40 milhões de pessoas infectadas pelo HIV (vírus que Aedes aegypti demore ainda anos para ser implementada,

causa a Aids), sendo que as taxas de novas infecções pois há demanda de muitos estudos com relação ao

continuam crescendo principalmente na África, Ásia e impacto ambiental. A liberação de machos de Aedes

Rússia. Nesse cenário de pandemia, uma vacina contra aegypti dessa variedade geneticamente modificada

HIV teria imenso impacto, pois salvaria milhões de vidas. reduziria o número de casos de dengue em uma

determinada região porque

Certamente seria um marco da história planetária e

também uma esperança para as populações carentes de A) diminuiria o sucesso reprodutivo desses machos

tratamento antiviral e de acompanhamento médico. transgênicos.

B) restringiria a área geográfica de voo dessa espécie

TANURI, A. FERREIRA JUNIOR, O. C . Vacina contra Aids: desafios

de
mosqu

e esperanças. CIÊNCIA HOJE (44)26, 2009. (Adaptação).

C) dificultaria a contaminação e reprodução do vetor

Uma vacina eficiente contra o HIV deveria natural da doença.

A) induzir a imunidade, para proteger o organismo da D) tornaria o mosquito menos resistente ao agente

contaminação viral. etiológico da doença.

B) ser capaz de alterar o genoma do organismo portador, E) dificultaria a obtenção de alimentos pelos machos

induzindo a síntese de enzimas protetoras. geneticamente modificados.

C) produzir antígenos capazes de se ligarem ao vírus,

impedindo que este entre nas células do organismo

humano. **GABARITO**

D) ser amplamente aplicada em animais, minimizando

a transmissão do vírus por gotículas de saliva.

Fixação

04. (Enem–2001) A partir do primeiro semestre de 2000, a ocorrência de casos humanos de febre amarela silvestre 01. D extrapolou áreas endêmicas, com registros de casos 02. E em São Paulo e na Bahia, onde os últimos casos tinham 03. D ocorrido em 1953 e 1948. Para controlar a febre amarela

04.
C

silvestre e prevenir o risco de uma reurbanização da doença, foram propostas as seguintes ações: 05. E
I. exterminar os animais que servem de reservatório do

vírus causador da doença. **Propostos**

II. combater a proliferação do mosquito transmissor.

III. intensificar a vacinação nas áreas onde a febre 01. E 07. A

amarela é endêmica e em suas regiões limítrofes. 02. D 08.
A

É efetiva e possível de ser implementada uma estratégia 03. A 09. C envolvendo

A) a ação II, apenas. 04. C 10. B D) as ações II e III, apenas.

B) as ações I e II, apenas. E) as ações I, II e III. 05. C 11. E

C) as ações I e III, apenas 06. A

05. 12. A cesariana evita o contato, que provavelmente (Enem–2010) Investigadores das Universidades de aconteceria no parto normal, do recém-nascido

Oxford e da Califórnia desenvolveram uma variedade com o tecido da mãe infectado pelo vírus HSV-2.

de *Aedes aegypti* geneticamente modificada que é

candidata para uso na busca de redução na transmissão **Seção**
Enem

do vírus da dengue. Nessa nova variedade de mosquito, as fêmeas não conseguem voar devido à interrupção do 01. C desenvolvimento do músculo das asas. A modificação

02.
B

genética introduzida é um gene dominante condicional, isso é, o gene tem expressão dominante (basta apenas 03. A uma cópia do alelo) e este só atua nas fêmeas. 04. D FU, G. et al. *Female-specific highthiess phenotype for mosquito* 05. C *control*. PNAS 107 (10): 4550-4554, 2010.

60 Coleção Estudo **BIOLOGIA MÓDULO**
FRENTE Categorias taxonômicas e
03 C regras de nomenclatura

A **taxonomia** (do grego *táxon*, categoria, grupo, e *nomos*, comportamento, etc. Pode-se defini-la como:

conhecimento) é a parte da Biologia encarregada de estudar “*grupo de seres morfológica e fisiologicamente*

a classificação dos seres vivos. Seu objetivo é facilitar o *semelhantes, capazes de se cruzarem habitualmente*

estudo, agrupando os seres vivos em diversas categorias. *na natureza, produzindo descendentes férteis*”,

mantendo-se isolados reprodutivamente de outros

O sistema de classificação dos seres vivos pode ser

artificial ou natural. Essa definição é satisfatória na maioria

dos casos; em alguns, entretanto, não pode ser

Sistema artificial de classificação – Não leva em aplicação, como em certos micro-organismos que só

consideração o grau de parentesco entre as espécies. se reproduzem assexuadamente.

É baseado em critérios escolhidos arbitrariamente pelo Em certos casos, pode-se ter o cruzamento, em

autor da classificação. Por exemplo: utilizando como critério condições naturais, de organismos pertencentes a

o modo de locomoção dos animais, pode-se classificar várias espécies distintas. Seus descendentes, no entanto, em nadadores, voadores, saltadores, rastejadores, etc. não são férteis ou, a partir de certa geração, tornam-se

Observe que, nessa classificação, uma águia (ave) e uma estéril. Esses descendentes do cruzamento de

mosca (inseto), apesar de estarem bem afastadas uma das outras, indivíduos de espécies distintas são híbridos. Como

outra do ponto de vista evolutivo ou de parentesco, estão exemplos de híbridos, podem ser citados os burros e

no mesmo grupo, o dos animais voadores. Por outro lado, as mulas, que são originárias do cruzamento entre o

águia e avestruz, que evolutivamente estão muito próximos, jumento (*Equus asinus*) e a égua (*Equus caballus*). já que ambos são aves, pertencem a grupos diferentes:

a águia, ao grupo dos animais voadores; e o avestruz, ao grupo dos animais de locomoção terrestre. Há casos também em que indivíduos de espécies

distintas podem cruzar-se e produzir descendentes

em condições artificiais de cativeiro, não se

Sistema natural de classificação – Agrupa os seres cruzando, porém, em condições naturais. Isso

acontece de acordo com o grau de parentesco existente entre eles, por exemplo, com leões e tigres, que,

eles. É baseado fundamentalmente na evolução dos seres embora sendo de espécies distintas, podem

vivos durante os milhares de anos que se passaram desde cruzar-se em cativeiro. Em condições naturais, quando surgiram na Terra até os dias atuais. É o sistema de essas duas espécies não se cruzam, pois têm classificação que tem valor do ponto de vista científico. Nele, hábitos diferentes e vivem em ambientes distintos.

os seres vivos são agrupados em categorias denominadas Os tigres são animais solitários que vivem em

taxonômicas ou **taxa** (plural de *táxon*). fl orestas, enquanto os leões vivem em bandos e

habitam as savanas.

CATEGORIAS TAXONÔMICAS

Muitas espécies se subdividem em **subespécies** que diferem em determinadas características e O quadro a seguir mostra o nome das categorias

geralmente estão adaptadas a ambientes diferentes.

taxonômicas básicas ou fundamentais:

A espécie *Passer domesticus* (pardal), por exemplo,



Espécie / Gênero / Família / Ordem / Classe / Filo / Reino
subdivide-se em subespécies: *Passer domesticus*



domesticus, *Passer domesticus niloticus* e outros.

• **Espécie** – É a unidade ou categoria básica do •

Gênero – É um grupamento de espécies diferentes

sistema de classificação. Devido ao grande número de que apresentam algumas características semelhantes.

diferentes formas de vida (animais, vegetais, micro-

Por exemplo: os gatos domésticos (gato siamês, gato

organismos), existentes ou já extintas, é muito difícil persa e outros) pertencem a uma mesma espécie,

estabelecer um conceito de espécie que seja aplicável

Felis catus. Já o gato-selvagem europeu pertence a

todas elas. Vários são os aspectos que devem a uma outra espécie, *Felis silvestris*. Apesar de ser levados em

consideração para se identificar serem de espécies diferentes, o gato doméstico e

um grupo de seres vivos como sendo uma espécie: o

gato selvagem possuem algumas características

semelhanças morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, semelhantes e, por isso, pertencem a um mesmo

compatibilidade sexual na natureza, aspectos do gênero: o gênero *Felis*.

Frente C Módulo 03

- **Família** – É um grupamento de gêneros diferentes

OS REINOS DOS SERES VIVOS

que apresentam algumas características semelhantes.

O gênero *Felis* (que agrupa, por exemplo, os gatos Com base em estudos morfológicos, fisiológicos,

domésticos e os gatos selvagens) e o gênero *Phantera* bioquímicos e, principalmente, evolutivos, tem-se procurado,

(em que se incluem os leões, os tigres, as onças ao longo dos tempos, criar um sistema de classificação dos

e os leopardos) pertencem a uma mesma família: seres vivos que seja o mais abrangente possível, isto é, com

a família Felidae. um menor número de exceções. Assim, além do sistema mais

- antigo, que os divide em apenas dois reinos, há sistemas **Ordem** – É um grupamento de famílias diferentes

com algumas características semelhantes. com três, quatro, cinco ou até seis reinos. Por

exemplo: a família Felidae (que agrupa os gatos, Em 1969, Whittaker, levando em consideração estudos

os leões, as onças e outras) e a família Canidae (na mais recentes sobre evolução, propôs um sistema de

qual se incluem, por exemplo, os cães e os lobos) classificação no qual os seres vivos foram distribuídos em

são formadas por grandes comedores de carne que cinco reinos. Esse sistema é usado atualmente pela maioria

pertencem a uma mesma ordem: a ordem Carnívora. dos autores.

- **Classe** – É um agrupamento de ordens diferentes • **O sistema de cinco reinos** – Nesse sistema, os seres

que apresentam certas características semelhantes. vivos estão distribuídos nos seguintes reinos: Monera,

Por exemplo: a ordem Carnívora, a ordem Rodentia Protista, Fungi, Plantae (Vegetal) e Animalia (Animal).

(que agrupa os roedores, como o rato, a paca,

pertencem o homem, o chimpanzé, o gorila e outros) monera Protista Fungi Plantae Animalia a capivara e outros), a ordem Primata (à qual

e a ordem Cetacea (dos golfinhos e baleias) são Bactérias Protozoários Fungos Briófitas Poríferos formadas por indivíduos que, embora apresentem Algas Pteridófitas Celenterados grandes diferenças quanto ao porte, ao hábitat e

Gimnospermas Platelmintos

ao comportamento, possuem uma característica comum: todos são portadores de glândulas mamárias Angiospermas Asquelmintos

e, por isso, pertencem a uma mesma classe, a classe Moluscos

Mammalia (dos mamíferos). Anelídeos

• **Filo (Divisão)** – É um grupamento de classes diferentes Artrópodos

que apresentam certas características semelhantes. Equinodermos

Por exemplo: a classe Mammalia (dos mamíferos), a Cordados

classe Amphibia (dos anfíbios) e a classe Reptilia (dos

répteis) são formadas por animais que apresentam, *Monera*: seres unicelulares, procariontes, autótrofos ou na fase embrionária, um eixo de sustentação heterótrofos. denominado notocorda. Essas classes pertencem

Protista: seres unicelulares, eucariontes, heterótrofos e seres

a um mesmo filo: o filo Chordata (dos cordados).

unicelulares e multicelulares autótrofos que não formam tecidos

OBSERVAÇÃO *verdadeiros. Obs.: Alguns autores incluem todas as algas no*

Na classificação dos vegetais, costuma-se usar **com** reino Protista, enquanto outros incluem nesse reino apenas as

mais frequência o termo divisão, em vez de filo, embora *algas unicelulares, preferindo incluir as algas pluricelulares no*

essas denominações sejam correspondentes. reino *Plantae*.

- **Reino** – É um grupamento de diferentes filos. *Fungi:* inclui todos os fungos, isto é, seres eucariontes, uni ou

O filo Chordata (dos cordados), o filo Mollusca (dos *pluricelulares, sem diferenciação de tecidos, que se assemelham*

moluscos), o filo Annelida (dos anelídeos) e muitos às algas na organização e na reprodução, mas que diferem delas

outros formam o reino Animalia (reino animal). por serem heterótrofos. No quadro a seguir, vê-se uma representação da

Plantae: seres eucariontes, pluricelulares, autótrofos. Suas

hierarquia das categorias taxonômicas:

células possuem parede celular e cloroplastos.

REINO Conjunto de todos os filos **Animalia**: seres eucariontes, pluricelulares, heterótrofos. Inclui FILO Grupamento de classes os animais pluricelulares.

CLASSE Grupamento de ordens Estudos e avanços tecnológicos mais recentes da Biologia

ORDEM Celular e Molecular, baseados notadamente na sequência de Grupamento de famílias

nucleotídeos no RNA ribossomal, possibilitaram um
melhor

FAMÍLIA Grupamento de gêneros esclarecimento da
filogênese, isto é, das relações evolutivas GÊNERO
Grupamento de espécies entre os organismos. Os
pesquisadores concluíram que, a

partir das células procariotas primordiais, que
surgiram há

ESPÉCIE (Conceito no texto)

cerca de 3,5 bilhões de anos, houve uma ramificação
em

duas direções, originando dois grupos ou domínios
(categoria

Além das categorias básicas mencionadas anteriormente, criada pelo microbiologista Carl Woese e que é superior a

existem categorias intermediárias, como subespécie, reino): Archaea e Bacteria. Posteriormente e a partir do

subgênero, subfamília, superfamília, subordem, subclasse, domínio
Archaea, surgiram as primeiras células eucariontes,
superclasse e outras. que constituíram o domínio **Eukarya**.

62 Coleção Estudo

Categorias taxonômicas e regras de nomenclatura

que identifica a espécie dentro do gênero e deve

Domínio Archaea ser escrito com inicial minúscula,
sendo facultativo

(procariontes) escrevê-lo com inicial maiúscula, caso
seja relativo

a um nome próprio (nome de pessoa, por exemplo).

Veja os exemplos a seguir:

Células Domínio Eukarya

Primordiais (eucariontes) *Trypanosoma cruzi*

Canis familiaris (cão) (protozoário causador da
doença de Chagas)

Domínio Bacteria (procariontes)

Gênero: *Canis* Gênero: *Trypanosoma*

Nome genérico: *Canis* Nome genérico: *Trypanosoma*

Esquema mostrando a divisão dos seres vivos em três Epíteto específico: Epíteto específico: *cruzi* **grupos ou domínios** – Observe que o grupo *Eukarya* se separou *familiaris* do grupo *Archaea* posteriormente, sendo o grupo *Bacteria* o

Espécie: *Trypanosoma cruzi*,

mais antigo. Espécie: *Canis familiaris* uma homenagem ao cientista O domínio **Archaea** compreende os seres procariontes Oswaldo Cruz, é transliteração metanógenos (produtores do gás metano) e os que vivem em latina de Cruz. condições extremas de alta ou baixa temperatura e salinidade,

acidez ou alcalinidade elevada. Nesse domínio, estão incluídas •

Quando o epíteto específico for dado em homenagem bactérias primitivas, também chamadas **arqueobactérias**. a alguém, o nome dessa pessoa deverá ir para o

O domínio **Bacteria** engloba as bactérias atualmente conhecidas genitivo latino, bastando, para isso, acrescentar a

por **eubactérias**. terminação **i**, se for masculino, e **ae** ou **e**, se for

feminino

O domínio **Eukarya** engloba todos os seres constituídos por

células eucariontes. No *Trypanosoma cruzi*, por exemplo, o epíteto

específico *cruzi* resultou de Cruz + **i**. Em *Peripatus*

Qualquer que seja a classificação adotada, o importante

heloisae, o nome *heloisae* veio de Heloísa + **e**.

é conhecer os principais grupos de seres vivos e as

suas

principais características. • Caso o nome da espécie já tenha sido citado por

extenso no texto, as próximas citações desse nome

BIOLOGIA

REGRAS DE NOMENCLATURA no

mesmo texto poderão ser abreviadas. Para isso,

basta citar a inicial do nome do gênero, seguida de

CIENTÍFICA PARA OS SERES ponto e
do epíteto específico. Assim, se num texto

sobre o *Trypanosoma cruzi* esse nome já tiver sido

VIVOS citado por extenso, as próximas citações
poderão ser

feitas apenas por *T. cruzi*.

As regras atuais para a denominação científica dos
seres • Quando não se sabe a espécie, ou não
interessa citá-la,

vivos foram estabelecidas em pode-se usar apenas o
nome genérico seguido da *Congresso Internacional*

de *Nomenclatura Científica* e baseadas na nomenclatura sigla **sp.**, que significa “qualquer espécie do gênero”.

Dessa forma, *Plasmodium* sp. refere-se a qualquer proposta pelo botânico e médico sueco Karl von Linné (mais

espécie do gênero *Plasmodium*. conhecido por Lineu) em seu livro *Systema Naturae*.

- Quando um gênero é muito extenso, pode ser

As principais regras são:

desdobrado em subgêneros. A referência ao subgênero

- Os nomes científicos devem ser escritos em latim ou é feita colocando-se o seu nome, obrigatoriamente,

palavras latinizadas. com inicial maiúscula, dentro de parênteses, entre o

nome genérico e o epíteto específico:

- A designação científica é binomial para espécie; trinominal para subespécie e uninominal para as *Drosophila* (*Sophophora*) *melanogaster* demais categorias.

Gênero: *Drosophila*

- O nome científico de uma espécie deverá ser

Subgênero: *Sophophora*

destacado das demais palavras do texto. Esse

destaque poderá ser feito grifando-se o nome da Espécie: *Drosophila melanogaster* espécie ou grafando-o com um tipo de letra diferente

das demais palavras do texto. • Desejando-se citar, junto com o nome da espécie,

o autor que a descreveu primeiro, coloca-se o seu

• A primeira palavra do nome de uma espécie é nome logo após o epíteto específico, sem qualquer

o nome genérico e indica o gênero ao qual ela pontuação intermediária. O nome do autor não é

pertence. Obrigatoriamente, ela é escrita com a escrito em destaque. Assim, *Canis familiaris* Lineu

inicial maiúscula. A segunda palavra do nome de significa que um indivíduo chamado Lineu foi quem

uma espécie é o epíteto específico, isto é, o nome descreveu, pela primeira vez, a espécie *Canis familiaris*.

Editora Bernoulli 63

Frente C Módulo 03

• Desejando-se citar, junto com o nome da espécie,

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

a data da sua primeira descrição, coloca-se

vírgula

após o nome da espécie e, em seguida, o ano em que **01**. (Cesgranrio) Na organização de um sistema de classificação foi feita sua primeira descrição. Preferindo-se, o ano

natural, devem considerar-se

pode ser colocado entre parênteses imediatamente

após o nome da espécie, sem qualquer pontuação A) exclusivamente as semelhanças morfológicas entre

intermediária. Sendo assim, as citações os organismos. *Canis familiaris*, 1758 ou *Canis familiaris* (1758) mostram B) exclusivamente os caracteres dos órgãos reprodutores.

que a espécie *Canis familiaris* foi descrita, pela C) os caracteres de vários órgãos escolhidos

primeira vez, em 1758. arbitrariamente segundo o tipo de animal.

- Desejando-se citar, junto com o nome da espécie, D) as condições ambientais em que vivem os seres dentro

o autor que a descreveu primeiro e a data da primeira de um mesmo ecossistema.

descrição, coloca-se o nome do autor imediatamente E) as relações de afinidade entre seres diferentes, mas

após o nome da espécie, seguindo-se depois uma provenientes de ancestrais comuns. vírgula e o ano da primeira descrição (ou coloca-

se o ano dentro de parênteses). O exemplo *Canis* **02.** (Cesgranrio) As categorias taxonômicas em Zoologia são *familiaris* Lineu, 1758 ou *Canis familiaris* Lineu (1758)

significa que a espécie *Canis familiaris* foi descrita ordenadas, de modo ascendente, da seguinte forma:

pela primeira vez por Lineu, em 1758. A) Espécie, gênero, ordem, família, classe e filo.

B) Filo, classe, família, ordem, gênero e espécie.

- Quando uma espécie já descrita troca de gênero

(por exemplo, pelo fato de a denominação anterior C) Filo, ordem, classe, família, gênero e espécie.

ter sido por alguma razão inadequada), coloca-se, D) Filo, classe, ordem, família, gênero e espécie.

entre parênteses, após o nome da espécie, o nome

E) Espécie, gênero, família, ordem, classe e filo.

do autor que primeiro a classificou seguido de

vírgula e a data da publicação. Fora dos parênteses, **03.** (FCMMG) Em relação às regras de nomenclatura zoológica, aparece o nome do estudioso que modificou o nome a alternativa **ERRADA** é: do gênero, seguido de vírgula e a data da nova

A) O nome do subgênero, quando citado na espécie,

publicação. Por exemplo, em 1758, Lineu descreveu

a formiga-saúva, denominando-a deve ser colocado

entre parênteses, entre os nomes *Formica sexdens* .

genérico e específico.

Mais tarde, em 1804, Fabricius, reexaminando os

estudos de Lineu, achou inadequado o nome do

B) A nomenclatura das subespécies é trinominal.

gênero *Formica* e, por várias razões, modificou-o

C) Todos os nomes taxonômicos devem ser latinizados.

para o gênero *Atta*. Assim, quando se faz referência

D) O nome da família é formado acrescentando-se ao

a essa espécie, usa-se a seguinte grafia: *Atta* radical

do gênero a desinência *idae. sexdens* (Lineu, 1758)

Fabricius, 1804.

E) A nomenclatura das espécies é latina e binomial;

- A designação de subespécie é trinominal. O primeiro a primeira representa o nome da espécie, e a segunda

nome refere-se ao gênero e é escrito com inicial representa o gênero. maiúscula, seguindo-se o epíteto específico e o

subespecífico, respectivamente, ambos com iniciais **04**. (UFMG) Qual das afirmativas está **ERRADA**? minúsculas. Veja o exemplo a seguir:

A) Animais pertencentes à mesma classe são do mesmo

fillo.

Passer domesticus niloticus

B) Animais pertencentes a diferentes ordens podem ser

Gênero: *Passer* da mesma família.

Espécie: *Passer domesticus* C) Indivíduos pertencentes a gêneros diferentes

Subespécie: necessariamente são de espécies distintas. *Passer domesticus niloticus*

D) Várias raças podem pertencer a uma mesma espécie.

Observe que os três nomes são escritos em E) Três gêneros podem estar contidos em duas famílias,

destaque. e estas em uma única ordem.

- Algumas categorias possuem terminações próprias.

05. (PUC Minas) A alternativa que contém a notação científica

Por exemplo: em se tratando de **animais**,

as terminações dos nomes das categorias família **CORRETA** da espécie do mosquito transmissor da dengue

e subfamília são, respectivamente, **idae** e **inae**. é:

Exemplo: família Canidae; subfamília Felinae. A) *Aedes AEGYPTI*. D) *AEDES aegypti*.

Em se tratando de **vegetais**, a terminação de família B) *AEDES AEGYPTI*. E) *Aedes aegypti*. é **aceae**.
Exemplo: Palmaceae. C) *Aedes Aegypti*.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

A) há maior grau de parentesco entre *Crassostrea rhizophora* e *Crassostrea brasiliiana* que entre

01. *Crassostrea rhizophora* e *Rhizophora mangle*. (UFMG) A abóbora, o melão e a melancia são classificados

que todos eles pertencem *rhizophora* e *Rhizophora mangle* que entre *Crassostrea rhizophora* e *Crassostrea brasiliiana* . A) à mesma subespécie. como Cucurbitaceae. A partir desse dado, pode-se afirmar B) há maior grau de parentesco entre *Crassostrea*

D) ao mesmo gênero.

C) entre *Crassostrea brasiliiana* e *Rhizophora mangle*

B) à mesma espécie. E) à mesma família. se evidencia uma relação de parentesco em nível de

C) ao mesmo subgênero. ordem.

D) entre *Crassostrea rhizophora* e *Rhizophora mangle* se

02. (UFMG) A partir de conhecimentos sobre regras de evidencia uma relação de parentesco em nível de gênero.

nomenclatura zoológica, responda a esta questão. E) *Crassostrea brasiliiana* e *Crassostrea rhizophora*

Com qual das fêmeas citadas o macho de *Anopheles* são aparentadas, ainda que pertençam a famílias

(*Nyssorhynchus*) *triannulatus* *triannulatus* pode diferentes.

cruzar e produzir descendentes férteis, através de

várias gerações? **07.** (UCP-PR) Em termos de classificação de animais e de

A) *Anopheles* (*Nyssorhynchus*) *aquasalis*. plantas, o nível correspondente ao filo entre animais,

corresponde, entre vegetais, a

B) *Anopheles (Nyssorhynchus) triannulatus davisi*.

A) classe. C) superfamília. E) divisão.

C) *Anopheles (Nyssorhynchus) albitarsis domesticus*. B) ordem. D) família.

E) **08.** (PUC Minas) Considere as quatro espécies a seguir *Anopheles (Anopheles) intermedius* D) *Anopheles (Nyssorhynchus) brasiliensis*.

relaciona

03. 1. *Euglena viridis* 3. *Leopardus pardalis* (UFMG) Utilizando conhecimentos de regras de

2. *Hydra viridis* 4. *Leopardus wiedii*

nomenclatura e analisando os nomes a seguir, pode-se

afirmar que os indivíduos citados pertencem a, **EXCETO** É **CORRETO** afirmar:

Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi A) Todas pertencem à mesma espécie.

Anopheles (Nyssorhynchus) aquasalis
B) 1 e 2 são de gêneros diferentes, mas a espécie é a mesma. *Anopheles (Kerteszia) bellator* BIOLOGIA C) Há, entre as quatro espécies, apenas duas diferentes.

A) dois subgêneros. D) duas subespécies.

D) 3 e 4 são espécies diferentes, mas do mesmo gênero.

B) um gênero. E) uma ordem.

E) 1 e 2 são da mesma subespécie.

C) três espécies.

09. (FCMMG) De acordo com o sistema de nomenclatura

04. zoológica, é **CORRETO** afirmar: (PUC-SP) O diagrama a seguir mostra as principais

categorias taxonômicas a que pertencem o cão e o gato. A) O nome da família é formado acrescentando-se ao

radical do gênero a desinência *inae*.

Chordata B) O gênero é escrito sempre em letra minúscula.

C) Os nomes de gênero e de subgênero devem consistir

Mammalia em uma palavra simples, única, latina ou latinizada.

Canidae *Canis Canis familiaris* D) A nomenclatura das espécies é latina e binominal,

Carnivora a primeira palavra representa a espécie e a segunda,

o
gênero

Felidae *Felis Felis catus*

E) Quando escrevemos *Anopheles (Nyssorhynchus)*

A análise do diagrama permite dizer que os dois animais *darlingi*, queremos mostrar também a presença da

são incluídos na mesma categoria até subfamília, que fica colocada entre parênteses.

B) família. **10.** (Cesgranrio) Em 1877, Cobbold descreveu o parasita D) gênero. A) classe. C) filo. E) ordem.

da filariose de Bancrofti sob o nome de *Filaria bancrofti*.

05. Em 1921, Seurat transferiu essa espécie para o gênero

(UFBA) O conjunto de indivíduos semelhantes e capazes

Wuchereria, criado por Silva Araújo, em 1877. Em face de intercruzarem-se, produzindo descendentes férteis, dessa modificação, qual das notações taxonômicas é a define, biologicamente,

CORRETO

A) comunidade. C) gênero. E) clone. A) *Filaria bancrofti* Seurat, 1921

B) família. D) espécie. B) *Wuchereria bancrofti* (Cobbold, 1877) Seurat, 1921

06. C) *Wuchereria bancrofti* Cobbold, 1921 (UFBA) *Crassostrea rhizophora*, *Rhizophora mangle*

e D) *Wuchereria (Filaria) bancrofti* (Cobbold, 1877) *Crassostrea brasiliensis* são nomes científicos de

três espécies vegetais. Com base nos princípios da E) *Wuchereria (Filaria) bancrofti*, 1921, Seurat, 1877,

nomenclatura biológica, pode-se concluir que Cobbold.

Editora Bernoulli **65**

Frente C Módulo 03

11. (UFU-MG) A cascavel (*Crotalus terrificus*) e a cobra- **02.** No estudo da diversidade dos seres vivos, propostas

coral (*Micrurus coralinus*) pertencem à mesma ordem e de ordenamento e classificação têm sido usadas. Uma

possuem, também, em comum, a categoria das propostas, criada em 1978 pelo microbiologista Carl

A) subespécie. C) espécie. E) gênero. Woese, distribui os seres vivos em três Domínios: Bactéria

B) classe. (ou Eubactéria), Archaea (ou Archeobactérias) e Eukarya D) família.

(ou Eucária), conforme mostra a ilustração a seguir.

12. (Unicamp-SP) *Leptodactylus labyrinthicus* é um nome Domínio Eucarya

aparentemente complicado para um anfíbio que ocorre

em brejos do estado de São Paulo. **JUSTIFIQUE** o uso Stramenopila

do nome científico em vez de, simplesmente, rã-pimenta, (diatomáceas e **Alveolata** (ciliados, algas pardas) dinoflagelados e **Plantae** como dizem os pescadores. esporozoários) (algas verdes Algas vermelhas Domínio Bacteria e plantas

13. terrestres) (UFMA) O café representa uma espécie vegetal que é

Animalia *Entamoebae*

classificada da seguinte maneira: Plantae, Tracheophyta, **Fungi** Heterolobosea *Mycoplasma* Cloroplasto das *Physarum*

Angiospermae, Rubiales, Rubiaceae, Coffea, *Coffea* plantas Cinetoplastídeos

arabica. Microsporídeos Cianobactéria Euglenóides

Agrobacterium

Assinale a alternativa que contém a família à qual a Tricomonadídeos

Mitocôndria
das

Diplomonados

planta pertence. plantas

Enterobact

A) Rubiaceae C) Rubiales E) Tracheophyta Bactérias

Bactérias halófilas

B) Coffea D) Angiospermae termófilas Bactéria

metanogênica

SEÇÃO ENEM Domínio Archaea Fonte: LOPES. S. *BIO 2* . 1
ed. São Paulo: Saraiva, 2006. p. 39.

01. Nos sistemas naturais de classificação, baseados No Domínio Eukarya, todos os componentes

principalmente no grau de parentesco evolutivo, os seres

A) realizam nutrição autotrófica.

vivos são agrupados em categorias ditas taxonômicas

ou B) são multicelulares. *taxa* (plural de *taxon*). Essas categorias estão

mencionadas a seguir e colocadas numa ordem crescente C) possuem organização histológica.

de complexidade: D) são aeróbicos estritos.

E) possuem organização celular eucariota.

Espécie → Gênero → Família → Ordem → Classe → Filo → Reino

GABARITO

Um reino é um conjunto de filos; um filo é um conjunto de classes; uma classe é um conjunto de ordens; uma ordem

Fixação

é um conjunto de famílias; uma família é um conjunto de gêneros e um gênero é um conjunto de espécies. 01. E 02. E 03. E 04. B 05. E

O esquema a seguir representa três categorias taxonômicas Propostos inclusivas.

01. E 02. B 03. D 04. E

05. D 06. A 07. E 08. D

09. C 10. B 11. B

12. A nomenclatura científica apresenta, em relação à nomenclatura comum, duas grandes vantagens: a universalidade e a imutabilidade, isto é, cada

Considerando as informações fornecidas sobre as organismo possui a mesma nomenclatura em qualquer idioma e região, e essa nomenclatura não categorias taxonômicas, se os triângulos do esquema pode ser alterada aleatoriamente. anterior representarem o *taxon* espécie, o quadrilátero

será 13. A

A) uma família contendo 11 gêneros. **Seção Enem**

B) uma família contendo três gêneros.

C) um gênero contendo três famílias. 01. B

D) um gênero contendo três espécies. 02. E

E) uma ordem contendo três famílias.

66 Coleção Estudo **BIOLOGIA MÓDULO** **FRENTE Bactérias: reprodução e 04** **C características gerais**

As bactérias são seres vivos unicelulares procariontes, isto é, *Célula bacteriana* – O material genético das bactérias está

têm uma organização celular bastante rudimentar (célula representado normalmente por um único cromossomo circular.

procariota), em que o material nuclear não é individualizado A região da célula onde se concentra esse cromossomo pode

ser chamada de nucleóide. Em algumas bactérias, existem

devido à ausência da carioteca. Podem ser autótrofas ou

também os plasmídeos, que são pequenos segmentos de

heterótrofas, aeróbicas ou anaeróbicas. DNA circular encontrados livres no hialoplasma bacteriano e

Nos sistemas modernos de classificação, formam o

chamado *que respondem por algumas características genéticas.*
Alguns

plasmídeos podem integrar-se ao cromossomo da bactéria e,

reino **monera** (do grego *moneres*, único) e estão subdivididas

nesse caso, recebem o nome de epissomo. Os ribossomos,

em dois grandes grupos: arqueobactérias e eubactérias.

responsáveis pela síntese de proteínas, encontram-se dispersos

As **arqueobactérias** (do grego *pelo hialoplasma*. Por cima da membrana plasmática, a maioria **archaios** , antigo) são

das bactérias possui parede celular, constituída quimicamente

bactérias primitivas e, provavelmente, muito semelhantes aos

por peptidoglicanos (peptídeos associados a polissacarídeos),

primeiros seres vivos que habitaram o nosso planeta há cerca

como o ácido murâmico. Algumas bactérias também podem

de 3,5 bilhões de anos. Atualmente, existem poucas espécies *apresentar uma cápsula protetora sobre a parede celular.*

de arqueobactérias que vivem em condições ambientais *A cápsula é formada por substâncias viscosas, gelatinosas,*

extremamente hostis a outros seres vivos, como é o caso das *geralmente de natureza polissacarídica, embora existam*

bactérias halófitas (que vivem em lagos muito salgados) e cápsulas *formadas por polipeptídeos e outros compostos.*

das bactérias termoacidófilas (que vivem em fontes de águas • São seres microscópicos, tendo, em média, cerca de

quentes e ácidas). 1 μm de diâmetro e, às vezes, até menos (lembre-se

As **eubactérias** (do grego de que 1 $\mu\text{m} = 10^{-3}$ mm). As menores bactérias estão *eu* , verdadeiro) ou bactérias

representadas pelas riquetsias e pelos micoplasmas.

verdadeiras formam o grupo mais numeroso e diversificado

das bactérias, sendo encontradas nos mais variados As riquetsias têm dimensões entre 0,3 e 0,5 μm .

ambientes, inclusive no corpo humano e no de outros animais. Assim como os vírus, as riquetsias são parasitas

Nesse grupo, incluem-se também as **cianobactérias**, intracelulares obrigatórios e patogênicos para o

antigamente denominadas cianofíceas (algas azuis). homem. Um bom exemplo é a *Rickettsia prowazeki*,

causadora do tifo exantemático. Alguns autores

classificam essas bactérias como seres procariontes

CARACTERÍSTICAS GERAIS

incompletos, devido à dependência que possuem de outras células para poderem se reproduzir.

- São seres **unicelulares** e **procariontes**. Os micoplasmas são menores ainda que as riquetsias.

São as menores células conhecidas e constituem a Cromossomo Plasmídeo

forma mais primitiva de vida capaz de manifestar

Cápsula metabolismo próprio. Não possuem parede celular,

sendo encontrados nos esgotos, no solo e parasitando

organismos animais (como ratos e mesmo a espécie

humana), nos quais causam doenças pulmonares,

renais, das vias urinárias e nas articulações. Também

são conhecidos pela sigla PPLO (*Pleuropneumonia-*

Ribossomos like Organisms) pelo fato de o primeiro espécime

conhecido desse grupo ser o causador de uma

Membrana plasmática Parede celular Hialoplasma
pneumopatia em ratos e aves.

Editora Bernoulli 67

Frente C Módulo 04

Membrana lipoproteica Os cocos podem ser encontrados isolados ou

||||||| associados uns aos outros
formando colônias que

|||||||

|||||||

|||||||

||||||| podem ser dos seguintes tipos: **diplococos,**
tétrade,

|||||||

						Proteína solúvel				
						sarcina, estafilococos e estreptococos.				

||||||| Diplococo
Tétrade |||||
Ribossomo |||||

RNA Estreptococos

DNA

Representação de um PPLO – A estrutura do PPLO é muito simples, com uma membrana externa lipoproteica, um longo DNA, ribossomos, RNAt e proteínas.

- As bactérias apresentam os seguintes tipos

morfológicos: cocos, bacilos, vibriões, espirilos e espiroquetas.

Estafilococos Sarcina

Colônias de cocos – Diplococos (pares de cocos); Tétrade

Coco (*colônia de 4 cocos*); *Streptococos* (*fileiras de cocos*);

Bacilo *Estafilococos* (*cachos de cocos*); *Sarcina* (*cubo de 8 ou mais*

cocos).

- Podem apresentar ou não locomoção própria, isto é, podem ser móveis ou imóveis. As bactérias móveis locomovem-se por meio de flagelos ou por

movimentos ondulatórios do corpo. Os flagelos das

Espiroqueta bactérias são modificações da membrana celular que

englobam o citoplasma com moléculas filamentosas

Vibrião contráteis de uma proteína chamada flagelina, muito

semelhante à miosina (lembre-se de que as bactérias

não
têm
centríolo

É importante não confundir os flagelos bacterianos
com

as fímbrias ou pili, que são formações filamentosas
mais curtas que os flagelos e não desempenham

Espirilo

nenhum papel relativo à motilidade, podendo existir

Tipos morfológicos de bactérias – Os cocos (do grego
tanto em bactérias móveis como em imóveis. Kókkos ,

grão) são bactérias de morfologia esférica ou arredondada; As
fímbrias são estruturas de fixação, isto é,

bacilos (do grego Bacillu, bastãozinho) têm forma de bastonetes
permitem a adesão da célula bacteriana às diferentes

(pequenos bastões); vibriões (do francês Vibrion, de
vibrer, superfícies de contato. vibrar) possuem forma de vírgula;
espirilos (do latim Spirillum, que tem filamentos espiralados) são
espiralados e se deslocam • São os seres vivos mais
disseminados pela face da por meio de flagelos localizados nas
extremidades da célula, Terra, sendo encontradas no ar, no
solo, na água

enquanto os espiroquetas, que também são espiralados, se (doce e
salgada), nos objetos, na superfície externa

deslocam por meio de movimentos ondulatórios do corpo.

e no interior de outros organismos, associadas

Obs.: Alguns autores não fazem distinção entre os espirilos e

os espiroquetas, classificando todas as bactérias espiraladas por meio do parasitismo, do comensalismo, da

como espirilos. protocooperação e do mutualismo.

68 Coleção Estudo

Bactérias: reprodução e características gerais

- Quanto à nutrição, podem ser autótrofas ou

REPRODUÇÃO DAS BACTÉRIAS

heterótrofas. As heterótrofas constituem a maioria

das espécies e obtêm alimentos por absorção (os As bactérias se reproduzem assexuadamente por fissão ou

nutrientes são absorvidos diretamente do meio
cissiparidade, formando um septo que se dirige da
superfície

onde as bactérias se encontram) ou à custa da para o interior da célula, dividindo-a em duas células-filhas.

decomposição, do comensalismo, da protocooperação,

A fissão é precedida pela duplicação do DNA que constitui

do mutualismo ou do parasitismo. o cromossomo bacteriano, recebendo cada célula-filha uma

As bactérias autótrofas sintetizam seus próprios cópia do cromossomo da célula-mãe.

alimentos por meio da fotossíntese ou da Bactéria-mãe Bactérias-filhas quimiossíntese.

- 1 5 As bactérias podem ser aeróbias ou anaeróbias. Duplicação do

As espécies aeróbias só vivem em presença de cromossomo

O e realizam a cadeia respiratória na membrana₂

plasmática. As espécies anaeróbias podem ser 2 3 4 estritas ou facultativas. As anaeróbias estritas

só conseguem sobreviver na ausência de O *Reprodução da bactéria por fissão – 1. Bactéria-mãe; ;*₂

as anaeróbias facultativas, embora cresçam melhor 2. *Duplicação do cromossomo bacteriano; 3. Separação dos*

em presença de oxigênio livre, também sobrevivem *cromossomos; 4. Formação da parede (septo) de separação;*

na ausência de O *5. Separação das duas bactérias-filhas. .* O comportamento das anaeróbias₂

facultativas se deve ao chamado “efeito Pasteur”,

segundo o qual a fermentação (modalidade anaeróbia
Antes da ocorrência da duplicação do material
genético

de obtenção de energia) é inibida em presença de O₂ e
da divisão da célula, poderá ocorrer, em alguns casos,
a . 2

Nessas condições, bactérias que são capazes de se
transferência e o recebimento de material genético de
uma **BIOLOGIA**

desenvolver tanto na presença como na
ausência do bactéria para outra.

O crescem mais abundantemente em aerobiose
pelo 2

fato de o metabolismo respiratório aeróbio fornecer A
transferência de DNA de uma bactéria para outra

mais energia sob a forma de ATP que o metabolismo
pode ser feita por meio de três processos: conjugação,

fermentativo (na fermentação, há um saldo de
apenas transformação e transdução.

2 ATPs, enquanto, na respiração aeróbia, o
saldo é

- **Conjugação bacteriana** – Duas bactérias,
superior a 30 ATPs / glicose).

geneticamente diferentes, aproximam-se e se unem, temporariamente, por meio de uma ponte citoplasmática, denominada ponte de conjugação.

orgânicos. Em uma das bactérias, denominada “doadora” ou

“bactéria macho”, ocorre duplicação de parte do

- Algumas bactérias, como as do gênero *Bacillus*

seu material genético, que, por meio da ponte e *Clostridium*, são capazes de produzir células

citoplasmática, passa para a outra bactéria altamente resistentes a determinados agentes

(“bactéria receptora” ou “bactéria fêmea”). Após químicos e condições ambientais desfavoráveis. Essas

essa transferência de material genético de uma formas de resistência são denominadas **esporos**.

célula para outra, a ponte citoplasmática se

Os esporos bacterianos são muito mais resistentes que desfaz, as bactérias separam-se, e, no interior da

as formas vegetativas das bactérias e não constituem “bactéria receptora”, ocorre uma recombinação

um meio de multiplicação, mas sim de sobrevivência
gênica, o que faz com que sua constituição
da espécie. Portanto, não são unidades reprodutivas,
genética se torne diferente das duas células
mas formas de defesa (resistência). Quando as iniciais.
Essa “bactéria recombinante”, ao se
condições ambientais se tornam novamente
favoráveis, dividir por cissiparidade, dará origem a
bactérias-
os esporos germinam e, assim, a bactéria assume filhas
iguais a ela, isto é, portadoras de material
novamente a sua forma vegetativa. genético
recombinado.

Editora Bernoulli 69

Frente C Módulo 04

A experiência de Griffith está esquematizada a seguir:

B VIVOS E





genético C Material



A



A Vivos



Conjugação bacteriana – *A. bactéria doadora; B. bactéria*



B



receptora; C. união das bactérias através de uma ponte



citoplasmática e passagem do material genético de uma



célula para outra; D. bactéria recombinante; E. cissiparidade Mortos



da bactéria recombinante com formação de bactérias-filhas,



também recombinantes. C Calor

■ O que determina, numa conjugação bacteriana, qual

■ das bactérias conjugantes será a doadora e qual será Mortos

■ a receptora é o próprio material genético da célula.

■ As que atuam como doadoras possuem um gene Calor

■ chamado de fator de fertilidade ou fator F, que pode

■ estar localizado num plasmídeo ou incorporado ao

■ cromossomo bacteriano. Vivos



As bactérias que possuem o fator F num plasmídeo são

chamadas de F^+ , e as que o apresentam incorporado

ao cromossomo são ditas **HFr** (*high frequency of*

recombination = alta frequência de recombinação). *Experiência de Griffith* – **A.** Griffith injetou *pneumococos* As bactérias que não possuem o fator F são chamadas

acapsulados vivos em camundongos e verificou que os animais

de F^- . + não adquiriram pneumonia e permaneceram vivos. **B.** Griffith –

F HFr F

injetou pneumococos capsulados vivos em camundongos e

verificou que os animais adquiriram pneumonia e morreram.

No sangue dos animais mortos, foram encontrados pneumococos

Fator F capsulados vivos. **C.** Griffith injetou pneumococos



Cromossomo Cromossomo Cromossomo *mortos pelo calor em camundongos e verificou que os animais*



bacteriano bacteriano bacteriano



não adquiriram pneumonia e permaneceram vivos. D. Griffith



As bactérias F^+ e HFr comportam-se como **doadoras**.



injetou uma mistura de pneumococos capsulados mortos pelo



As bactérias F^- comportam-se como **receptoras**.



calor com acapsulados vivos e verificou a morte dos animais por



• *pneumonia. O exame do sangue dos animais mortos revelou*

Transformação bacteriana – Trata-se de um



fenômeno em que bactérias vivas absorvem e a
presença de pneumococos capsulados vivos. Como explicar



incorporam material genético (DNA) de bactérias
isso? Em 1944, Avery, Macleod e McCarty descobriram que o



mortas em desintegração no meio ambiente.
material genético (DNA) das bactérias mortas pode ser absorvido



pelas bactérias vivas e incorporado ao DNA destas, originando



Um bom exemplo de transformação bacteriana
foi bactérias vivas com constituição genética diferente. Assim,



observado com a experiência de Griffith, em
1928. no experimento de Griffith, os pneumococos acapsulados
vivos



Em seus experimentos, Griffith trabalhou com
duas absorveram o material genético dos capsulados mortos e,



variedades de com isso, adquiriram novas características:
produzir cápsulas e *Diplococcus pneumoniae*
(pneumococos):



capsulados e acapsulados. Os capsulados são

patogênicos, *causar pneumonia em camundongos. Essas novas características*



causando pneumonia e morte em animais; os acapsulados *passam a ser transmitidas às bactérias-filhas, quando da*

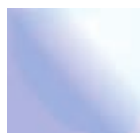


não são patogênicos (não causam pneumonia). *reprodução por cissiparidade.*



70 Coleção Estudo





■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■



■

■



■



■

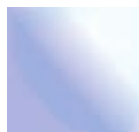
■

■



■

■



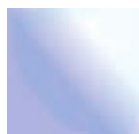
■

■

■

■









Bactérias: reprodução e características gerais

- **Transdução bacteriana** – Na transdução, o material

UTILIDADES E NOCIVIDADES

genético de uma bactéria é transmitido a outra por **DAS BACTÉRIAS** meio da ação de um vírus bacteriófago (fago).

No grupo das bactérias, encontram-se espécies úteis e

espécies
nocivas.

Bactéria A Entre as espécies úteis, destacamos aquelas que

- atuam como decompositores e as que participam das diferentes etapas do ciclo do nitrogênio. Essas espécies têm uma importância ecológica muito grande, devido

Profago ao papel que realizam na reciclagem da
matéria

Bactéria A na natureza e na fertilização do solo. Lembre-se

de que a atividade dos decompositores é essencial à manutenção da vida na Terra, pois esta depende da contínua reciclagem de elementos químicos entre os componentes bióticos e abióticos da natureza.

Bactéria A • são utilizadas na elaboração de diversos produtos devido a certos tipos de fermentações que realizam,

por
exempl

1. Produção de vinagre: utiliza bactérias do gênero *Acetobacter*. Tais bactérias são capazes de produzir o ácido acético por meio da fermentação acética (que

Bactéria A

converte a glicose em ácido acético).

1

2. Produção de coalhadas, iogurte, queijos e requeijões

pelas indústrias de derivados do leite: utilizam principalmente bactérias do gênero *Lactobacillus*, que

realizam a fermentação láctica, produzindo ácido

- são utilizadas pela indústria farmacêutica para a produção de certos tipos de antibióticos e vitaminas.

2 Na indústria farmacêutica, bactérias do gênero

Bacillus fornecem certos antibióticos, como a tirotricina e a bacitracina; já o antibiótico neomicina é produzido por bactérias do gênero *Streptomyces*.

Bactéria B • fazem parte da nossa flora intestinal normal

3 (microbiota intestinal), fornecendo ao nosso organismo algumas vitaminas do complexo B (ácido fólico, ácido pantotênico, biotina e outros) e a vitamina K, o que nos torna menos dependentes da presença dessas vitaminas nos alimentos.

Transdução – 1. Fagos libertando-se de uma bactéria morta • são utilizadas no “controle biológico” para combater (Bactéria A); um deles transporta, além do seu material espécies nocivas. Um exemplo é o *Bacillus* genético (DNA viral), um segmento do DNA da bactéria *A. thuringiensis*, que infecta a larva de certos insetos

2 prejudiciais à agricultura. . O fago injeta o seu DNA e o segmento do DNA bacteriano

em uma outra bactéria (bactéria B). **3.** O segmento do DNA da • são utilizadas pela Engenharia Genética na

bactéria A, assim como o DNA-viral, incorpora-se ao cromossomo
produção de substâncias de interesse comercial.

A tecnologia da Engenharia Genética tem permitido
da bactéria B e passa a agir como um gene dessa bactéria, podendo,

modificar geneticamente certas bactérias,

assim, determinar uma nova característica genética na mesma.
programando-as para produzir certos tipos de

substâncias, como hormônio do crescimento e

OBSERVAÇÃO

insulina humanos.

Alguns autores consideram que nos casos em que
há As espécies nocivas são responsáveis por
doenças,

transferência de material genético de uma bactéria
para algumas graves, que acometem o homem e
outros

outra (conjugação, transformação e transdução), o
processo animais. No quadro a seguir, estão os nomes

de reprodução bacteriana deve ser sexuado, uma vez
que de algumas bacterioses (doenças de etiologia

resulta em variabilidade genética. bacteriana) que
acometem a nossa espécie:

Frente C Módulo 04

Bacterioses 04. (Mackenzie-SP) Em relação à morfologia, as bactérias

com as formas esféricas, de bastão, em cacho de uva e

Blenorragia (Gonorréia) Leptospirose

em colar denominam-se, respectivamente,

Botulismo Meningite meningocócica

A) cocos, bacilos, estafilococos e estreptococos.

Brucelose Peste bubônica B) bacilos, cocos, estafilococos e estreptococos.

Coqueluche Pneumonia C) cocos, bacilos, estreptococos e estafilococos.

Cólera D) bacilos, cocos, estreptococos e estafilococos. Psitacose (Ornitose)

E) estreptococos, estafilococos, bacilos e cocos.

Difteria (Crupe) Sífilis

Disenteria bacteriana Tétano 05. (UFPB) A seguir, estão listadas características de três

Febre maculosa diferentes grupos de arqueobactérias ou arqueas: Tifo

termófilas extremas (ou termoacidófilas), halófitas

Febre tifoide Tracoma

extremas e metanogênicas.

Lepra (Hanseníase) Tuberculose I. São anaeróbias estritas e importantes decompositoras

Posteriormente, faremos um estudo resumido dessas pantanosas desprovidas de oxigênio. de matéria orgânica, sendo comuns em áreas

doenças.

II. São encontradas em estações de tratamento de lixo e no aparelho digestório de cupins e herbívoros.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO III. Ocorrem em lagoas rasas de evaporação, formadas por água do mar, nas quais se obtém o sal de cozinha.

01. (PUC Minas) Assinale a afirmativa **ERRADA**. IV. Obtêm energia da oxidação do enxofre, sendo

quimiossintetizantes, e ocorrem em fontes termais

A) Algumas bactérias são parasitas.

ou fendas vulcânicas, localizadas nas profundezas

B) Algumas bactérias são úteis ao homem. oceânicas.

C) Todas as bactérias possuem núcleo individualizado. A correspondência entre as características descritas e os

D) Todas as bactérias são unicelulares. três grupos de arqueobactérias está **CORRETA**

E) Algumas bactérias possuem uma camada gelatinosa apresentada em

ao redor da parede celular. **Termófilas Halófitas metanogênicas**
extremas extremas

02. (PUC RS) Existem bactérias que apresentam um A) IV II I e III interessante modo de nutrição, obtendo a energia

necessária para a síntese de certos produtos mediante a oxidação de substâncias inorgânicas. C) IV III I e II

Essas bactérias são particularmente chamadas D) IV II e III I

A) patogênicas. D) apatogênicas. E) II e III IV I

B) oxibióticas. E) fotossintetizantes.

C) quimiossintetizantes.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS 03. (UFMG) Nos itens seguintes, estão caracterizadas

conjugação, transformação e transdução, em bactérias: **01.** (UFC) Analise o texto a seguir:

I. Depende de um vírus para efetuar-se. Nas bactérias, o material genético está organizado em

uma fita contínua de _____ que fica localizado em

II. Ocorre quando há passagem de material através de

uma área chamada de _____. A reprodução das ponte citoplasmática.

bactérias se dá principalmente por _____, que

III. Ocorre por meio de absorção de ácido nucleico livre

produz

no meio.

Assinale a alternativa que completa **CORRETA**mente

IV. Depende da formação de isogametas. o texto:

Que alternativa apresenta a correspondência **CORRETA**? A)
cromossomos – nucleossomo – brotamento – duas

células-filhas idênticas.

Conjugação Transformação Transdução B) DNA –
nucleossomo – reprodução sexuada – uma

A) I III IV célula-filha idêntica à mãe.

B) C) plasmídeo – nucleóide – conjugação – várias células- III II I
filhas diferentes entre si.

C) II III I D) DNA – nucleóide – fissão binária – duas células-filhas

D) idênticas. IV I III

E) RNA – núcleo – reprodução sexuada – duas células-

E) II IV III filhas diferentes.

72 Coleção Estudo

Bactérias: reprodução e características gerais

02. (FUVEST-SP) Um biólogo está analisando a reprodução **05.**
(PUC Minas) Leia as afirmativas a seguir, referentes às

de uma população de bactérias, que se iniciou com bactérias.

100 indivíduos. Admite-se que a taxa de mortalidade das I. As
bactérias fotossintetizantes se utilizam de

bactérias é nula. Os resultados obtidos, na primeira hora, são
cloroplastos para realizar a síntese de substâncias

Tempo decorrido (minutos) número de bactérias

II. As bactérias aeróbicas têm as enzimas respiratórias

0 100 atuando no seu citoplasma ou associadas à sua

20 200 membrana celular.

40 III. O material genético encontra-se envolvido por unidade 400

de membrana.

60 800

A afirmativa está **CORRETA** em

Supondo-se que as condições de reprodução continuem

válidas nas horas que se seguem, após 4 horas do início A) I, II e III.

do experimento, a população de bactérias será de B) I e II, apenas.

A) 51 200. D) 819 200. C) I e III, apenas.

B) 102 400. E) 1 638 400.

D)
II,
apenas.

C) 409 600.

E)
III,
apenas.

03. (UFMG) Analise estas figuras, em que estão representadas

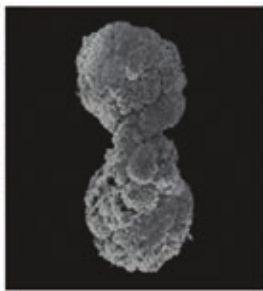
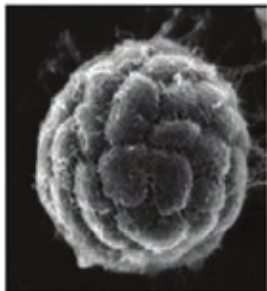
06. (UFLA-MG–2009) As bactérias apresentam os mecanismos

fases da vida de um organismo encontrado em lagoas

de transferência de genes, transformação, transdução e

hipersalinas:

conjugação, que aumentam a diversidade genética. Com



O organismo apresenta inúmeras células.

O organismo sem membrana nuclear e com um cromossomo sofre divisão.

O organismo alimenta-se de matéria orgânica.

O organismo apresenta

inúmeras células. relação a esses processos, assinale a afirmativa
CORRETA.

O organismo sem membrana A) A transdução consiste na transferência de fragmentos

nuclear e com um cromossomo de DNA diretamente de uma bactéria doadora para sofre divisão.

uma receptora.

O organismo **BIOLOGIA**

alimenta-se B) A conjugação ocorre pela transferência de fragmentos de matéria orgânica. de DNA de uma bactéria para outra por meio de um

Journal of Structural Biology, 145, mar. 2004. vírus (bacteriófago).

Esse organismo é uma bactéria que, surpreendentemente, C) A transformação bacteriana se dá pela absorção de

fragmentos de DNA que estão dispersos no ambiente,

apresenta uma característica não usual ao grupo a

provenientes de bactérias mortas e decompostas.

que pertence.

D) A transdução é um processo em que o material

É **CORRETO** afirmar que tal característica consiste no

genético é transferido através de um canal que conecta

fato de essa bactéria duas bactérias denominado “pelo sexual” ou pili.

A) ter número haploide de cromossomos.

B) alimentar-se de forma heterotrófica. 07. (UFPI)

Além do DNA cromossômico, algumas bactérias

C) ser um organismo multicelular. podem apresentar pequenos círculos de DNA, de grande

D) possuir DNA disperso no citoplasma. importância para a Engenharia Genética. Essas estruturas

são conhecidas como

04. (PUC RS) A figura a seguir representa agrupamentos A) nucleoides. D) mesossomos.

de cocos que, de acordo com a sequência de letras, são B) genomas. E) capsômeros.

exemplos de C) plasmídeos.

08. (UFMG) A *Escherichia coli*, usualmente encontrada no trato intestinal dos seres humanos, é uma das bactérias mais estudadas. A característica que permite classificá-la como procarioto é

A) ausência de membrana nuclear e mitocôndrias.

A B C B) presença de apenas um cromossoma, com DNA

A) tétrades – estafilococos – estreptococos. associado a proteínas.

B) pneumococos – estafilococos – tétrades. C) presença de ribossomas, estruturas envolvidas na

C) sarcinas – estreptococos – tétrades. síntese proteica.

D) estreptococos – espirilos – vibriões. D) nutrição heterotrófica.

E) estreptococos – sarcinas – espirilos. E) organização unicelular microscópica.

Editora Bernoulli 73

Frente C Módulo 04

09. (UFRJ) Numere a segunda coluna de acordo com a **10.** (PUC RS/Adaptado) São feitas as seguintes afirmativas

primeira e depois assinale a alternativa que contenha a sobre caracteres gerais das bactérias:

sequência **CORRETA.** 1. São consideradas seres de estrutura celular procariótica porque não apresentam ribossomos.

Coluna i Coluna ii

2. Por ocasião da reprodução sexuada, formam gametas

(1) bacilos () cocos em grupos densos sempre uniflagelados.

(2) estreptococos () cocos em grupos 3. Os cocos podem formar agrupamentos com aspecto de

aproximadamente cúbicos cacho de uvas, sendo então chamados estafilococos.

4. A maioria das bactérias não apresenta uma parede celular.

(3) estafilococos () cocos em fileira

5. O processo de conjugação é um dos meios que as

(4) tétrades () filamentos helicoidais bactérias utilizam para passar material genético de

(5) sarcina () bastonete reto em geral uma para outra.

de 1 a 15 μm 6. Todas são capazes de fixar diretamente o nitrogênio

(6) espirilo do ar atmosférico. () cocos em grupo de quatro

7. Nas bactérias patogênicas, o retículo endoplasmático

A) 3 – 2 – 5 – 6 – 1 – 4 rugoso é muito desenvolvido.

B) 3 – 5 – 2 – 6 – 1 – 4 Estão **CORRETAS** apenas as afirmativas que constam

C) 3 – 5 – 2 – 1 – 6 – 4 da alternativa

D) 3 – 5 – 2 – 6 – 4 – 1 A) 2 e 4. C) 1 e 7. E) 2 e 7.

E) 3 – 5 – 1 – 2 – 4 – 6 B) 3 e 5. D) 4 e 6.

11. (UFMG–2009) Em 1928, Griffith realizou uma série de experimentos com a bactéria *Streptococcus pneumoniae*, causadora

da pneumonia no homem. Analise estes esquemas referentes aos experimentos de Griffith:

I II III IV

Células

bacterianas

Não virulentas Virulentas Virulentas, lisas, mortas
Não virulentas Virulentas, lisas,

rugosas lisas por aquecimento rugosas mortas por

(linhagem R) (linhagem S) (linhagem S) (linhagem R) aquecimento

Injeção

Resultados

Camundongo

Camundongo Camundongo Camundongo

morto

saudável morto saudável

Bactérias **S** e **R** vivas

na amostra de sangue

do camundongo morto

1. A partir dessa análise e considerando outros conhecimentos sobre o assunto,

A) **EXPlIQUE**, do ponto de vista biológico, por que foi possível recuperar bactérias do tipo S vivas no camundongo, na etapa IV.

B) **iDEnTiFiQUE** a etapa – I, II, III ou IV – utilizada para a produção de vacinas. **JUSTiFiQUE** sua resposta.

2. **ARGUmEnTE** a favor da importância das bactérias para



A) a saúde humana. B) o meio ambiente.



74 Coleção Estudo



—

—

—

—

—





5

1

1

1

5

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12



٢٠

■

■

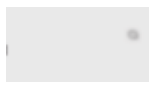
٢١

٢٢

٢٣

■

■



.



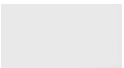
-



-



-



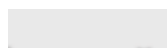


5

٢

"

"



"

"

"



"



.



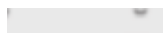
|

5



.

-



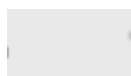
.













Bactérias: reprodução e características
gerais

12. (UFMG) Observe o esquema de uma bactéria.

Parede celular DNA

Cadeia respiratória RNA Membrana plasmática

Prot

A) **CiTE** duas características do esquema que permitem classificá-lo como uma célula procariota.

B) **CiTE** a organela da célula eucariota que executa a mesma função desempenhada, no esquema, pela membrana plasmática.

C) **CiTE** a função da estrutura indicada pela seta do esquema.

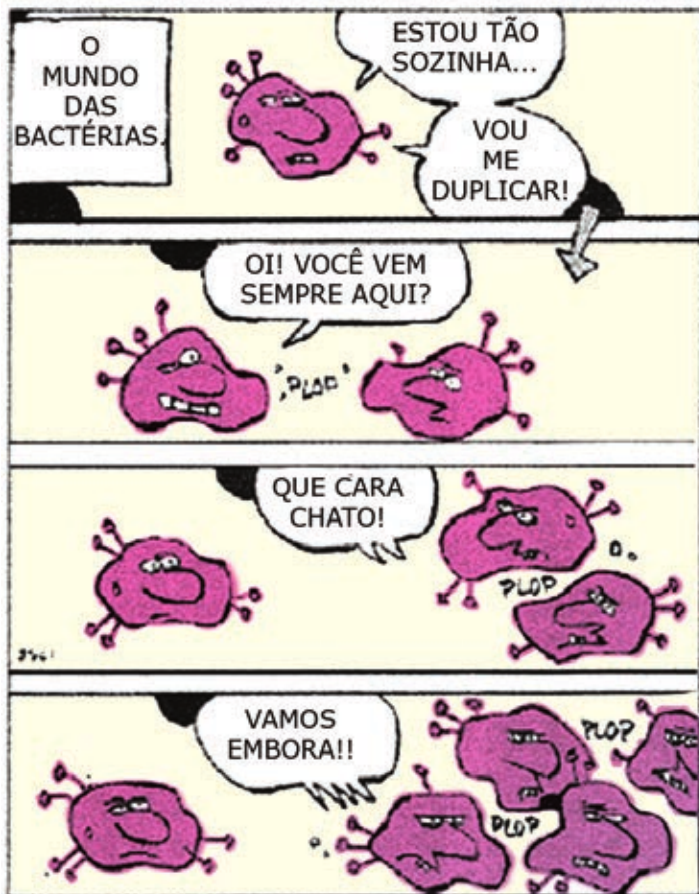
D) **DESCREVA** um dos processos naturais que permitiriam a transferência de material genético dessa célula para outra preexistente.

SEÇÃO ENEM 02. As bactérias podem ser classificadas em três grupos distintos, conforme o seu comportamento em relação ao

O₂ livre. São eles:

01. (Enem–2007)

1. Aeróbias – as que só crescem em presença de O₂.



2. Anaeróbias estritas – as que só crescem na ausência

de
O
.
2

3. Anaeróbias facultativas – as que, embora cresçam

BIOLOGIA

melhor em aerobiose, também o fazem em

anaerobiose.

Em um experimento, quantidades iguais de um mesmo

meio de cultura foram colocadas em três tubos de ensaio. Após certo tempo verificou-se o desenvolvimento de bactérias no meio de cultura dos referidos tubos, conforme representado nas figuras a seguir.

1 2 3

A A A Micro-organismo B B B

C C C

A análise revelou que em cada tubo houve o desenvolvimento e multiplicação de uma espécie diferente de micro-organismo.

Considerando que a disponibilidade de oxigênio livre (O_2)

GONSALES, Fernando. *Vá pentear macaco!* São Paulo: Devir, 2004. no meio de cultura em questão diminui progressivamente

da região A para a região C, onde a concentração desse

São características do tipo de reprodução representado

gás é nula, as espécies de micro-organismo que se na tirinha desenvolveram nos tubos 1, 2 e 3 são, respectivamente,

A) simplicidade, permuta de material gênico e A) aeróbias, anaeróbias estritas e anaeróbias facultativas.

variabilidade genética. B) aeróbias, anaeróbias facultativas e anaeróbias

B) rapidez, simplicidade e semelhança genética. estritas.

C) anaeróbias facultativas, anaeróbias estritas e

C) variabilidade genética, mutação e evolução lenta.

D) gametogênese, troca de material gênico e D) anaeróbias estritas, anaeróbias facultativas e

complexidade. aeróbias.

E) clonagem, gemulação e partenogênese. E) anaeróbias estritas, aeróbias e anaeróbias facultativas.

Editora Bernoulli 75

Frente C Módulo 04

03. (Enem–2010) O uso prolongado de lentes de contato,

Propostos sobretudo durante a noite, aliado a condições precárias de

higiene, representam fatores de risco para o aparecimento

01. D

de uma infecção denominada ceratite microbiana, que

causa ulceração inflamatória da córnea. Para interromper 02. C

o processo da doença, é necessário tratamento antibiótico. 03. C

De modo geral, os fatores de risco provocam a diminuição

da oxigenação corneana e determinam mudanças no seu 04. A

metabolismo, de um estado aeróbico para anaeróbico. 05. D

Como decorrência, observa-se a diminuição no número e

06.
C

na velocidade de mitoses do epitélio, o que predispõe ao

aparecimento de defeitos epiteliais e à invasão bacteriana. 07. C

CRESTA. F. Lente de contato e infecção ocular. Revista Sinopse 08.

A

de Oftalmologia. São Paulo: Moreira Jr., v, n.04, 04. 2002

(Adaptação). 09. B

A instalação das bactérias e o avanço do processo infeccioso 10. B

na córnea estão relacionados a algumas características

11. 1. A) Transferência do gene que condiciona a
gerais desses micro-organismos, tais como:

cápsula por transformação bacteriana.

A) A grande capacidade de adaptação, considerando

B) Etapa iii. Utilização do agente infeccioso

as constantes mudanças no ambiente em que se

morto.

reproduzem e o processo aeróbico como a melhor opção

desses micro-organismos para a obtenção de energia. 2. A)

Opção de resposta 1: A partir de bactérias

transgênicas, produção de vacinas,

B) A grande capacidade de sofrer mutações, aumentando

medicamentos e hormônios.

a probabilidade do aparecimento de formas resistentes

e o processo anaeróbico da fermentação como a Opção de
resposta 2: Manutenção da

microbiota intestinal.

principal via de obtenção de energia.

B) Opção de resposta 1: A utilização de

C) A diversidade morfológica entre as bactérias,

aumentando a variedade de tipos de agentes infecciosos
bactérias para biorremediação com

tratamento de ambientes degradados.

e a nutrição heterotrófica, como forma de esses

micro-organismos obterem matéria-prima e energia. Opção
de resposta 2: Bactérias

simbiontes em raízes de leguminosas na

D) O alto poder de reprodução, aumentando a fixação de N_2
atmosférico.

variabilidade genética dos milhares de indivíduos e a

nutrição heterotrófica, como única forma de obtenção 12.

A) Verifica-se ausência de carioteca, ausência

de matéria-prima e energia desses micro-organismos. de
organelas citoplasmáticas membranosas e

ocorrência da cadeia respiratória na membrana

E) O alto poder de reprodução, originando milhares de plasmática.

descendentes geneticamente idênticos entre si e

a diversidade metabólica, considerando processos B) A
organela é a mitocôndria.

aeróbicos e anaeróbicos para a obtenção de energia. C) A
estrutura é responsável pela síntese de

pr

GABARITO D) No processo de conjugação, o material
genético

passa de uma bactéria para outra por meio de

Fixação uma ponte citoplasmática; na transformação, bactérias vivas incorporam material genético

- 01. C originário de bactérias que se encontram em
desintegração no meio, e na transdução, o
- 02. C material genético é levado de uma bactéria
para outra por meio de um vírus (bacteriófago).
- 03. C

04. A **Seção Enem**

05. C 01. B 02. E 03. E

76 Coleção Estudo **BIOLOGIA MÓDULO** **FRENTE Genética: código genético** **01 D**

As características presentes em um ser vivo podem ser do monge austríaco Gregor Mendel. Na segunda metade

agrupadas em duas categorias: adquiridas e hereditárias. do século XIX, realizando cruzamentos entre plantas,

em especial ervilhas, e observando as características

- **Características adquiridas** – São aquelas que parentais (pais) e descendentes, por várias gerações, resultam da ação de agentes do meio ambiente. Uma

Mendel postulou a existência, no interior das células, de

cicatriz surgida em consequência de um ferimento,

partículas ou fatores que seriam os responsáveis pela a ausência de determinada parte do corpo perdida

determinação das características hereditárias. Segundo num acidente (um braço, por exemplo) ou a atrofia

Mendel, as características seriam determinadas por pares

dos músculos da perna em consequência de uma

de fatores hereditários. Na gametogênese (formação dos

doença infecciosa (poliomielite, por exemplo) são

gametas), esses pares de fatores se separavam, de modo

alguns exemplos de características adquiridas.

que cada gameta ficaria com apenas um fator relativo
a cada

• **Características hereditárias** – São aquelas características. Mendel, entretanto, não soube explicar que

determinadas por unidades denominadas **gens** ou **genes** fatores eram esses, de que eram formados e onde estariam

(do grego *genos*, originar) encontradas normalmente localizados dentro das células. Assim, quando seus trabalhos

nos cromossomos das células. Tais características foram publicados, em 1866, a comunidade científica não

são herdadas dos ancestrais e transmitidas aos seus e eles o devido reconhecimento. Somente alguns anos descendentes por meio da reprodução, isto é, são mais tarde, por volta de 1900, quando Mendel já havia geneticamente transmissíveis de geração para geração. morrido, três cientistas, o holandês Hugo de Vries, o alemão

A cor dos nossos olhos e o tipo de sangue que possuímos Carl Correns e o austríaco Eric von Tschermack, realizando

são exemplos de características hereditárias. Às vezes, novos experimentos e trabalhando independentemente,

uma característica adquirida pode ser muito semelhante reconheceram e confirmaram as ideias de Mendel, que,

a uma característica hereditária. Nesse caso, diz-se que então, passou a ser considerado o “pai da genética atual”.

aquela é uma **fenocópia** da característica hereditária.

Por exemplo: a surdez provocada por uma infecção Os avanços alcançados pela citologia no início do século XX,

(sarampo, por exemplo) é uma fenocópia da surdez como a observação dos cromossomos e outras estruturas

celulares, assim como a descrição dos processos de divisão

condicionada por genes que causam má-formação do

aparelho auditivo. celular (mitose e meiose), muito contribuíram para a

elaboração da teoria cromossômica da herança, proposta

As características que um indivíduo já apresenta ao nascer em 1910 por Morgan e seus colaboradores. Segundo essa

são chamadas de **congênitas** e podem ser hereditárias ou teoria, os fatores hereditários de Mendel, agora denominados

adquiridas. As más-formações que uma criança apresenta ao genes, estão localizados nos cromossomos. nascer pelo fato de ter sido infectada na vida intrauterina pelo

vírus da rubéola são exemplos de características congêntas Em 1944, Avery, MacLeod e McCarthy, após a realização

adquiridas, ou seja, são características que não foram de vários experimentos, chegaram à conclusão de que o

determinadas por genes, e sim causadas por uma infecção material genético, isto é, os genes são constituídos de DNA

viral que passou, através da placenta, da mãe para o feto, (ácido desoxirribonucleico). acometendo a criança antes do seu nascimento. Por outro lado,

Na década de 1960, os cientistas descobriram que as nem toda característica hereditária é congênita. Por exemplo: informações sobre as características hereditárias encontram-se

certas doenças hereditárias, como a doença de Huntington, codificadas nos genes. Estava então descoberto o famoso

manifestam-se somente a partir de determinada fase da vida,

**código
genético.**

sendo o indivíduo perfeitamente normal ao nascer.

A informação codificada em um gene refere-se à
estrutura

A **genética** tem por objetivo o estudo das
características

primária (sequência de aminoácidos) de um
polipeptídeo.

hereditárias em todos os seus aspectos, tais como
fatores

Esse polipeptídeo, que pode ser uma proteína
estrutural ou

determinantes, fatores que influenciam e modo de
transmissão.

uma proteína catalisadora (enzima), é o responsável
pela

O verdadeiro conhecimento de como as
características manifestação da característica.
Assim, um gene exerce sua

hereditárias são transmitidas teve sua origem nos
trabalhos ação por meio do polipeptídeo por ele
codificado.

Editora Bernoulli 77

Frente D Módulo 01

O CÓDIGO GENÉTICO

Um gene é um segmento de DNA que contém, na sequência de suas bases nitrogenadas, uma informação codificada a respeito

da estrutura primária de uma determinada proteína ou polipeptídeo. Em uma única molécula de DNA, existem vários genes.

O gene contém, na sequência das bases nitrogenadas de seus nucleotídeos, as informações de como deverá ser a estrutura

primária da proteína a ser fabricada, ou seja, quais serão os seus aminoácidos e em que sequência deverão ser ligados. Essas informações estão “codificadas”: cada sequência de três bases nitrogenadas consecutivas, isto é, cada tríade, trinca, terceto ou *triplet* de bases significa, nesse “código”, uma determinada informação. Existem tríades que codificam um determinado tipo de aminoácido e tríades que codificam o término da síntese do polipeptídeo. Esse código existente no DNA das células e também de muitos vírus ficou conhecido por “código genético”, e sua decifração já foi feita pelo homem. Veja os exemplos a seguir.

Tríades de bases nitrogenadas do DnA Tradução da informação codificada

TAC Aminoácido metionina (Met) e início da síntese

AAA Aminoácido fenilalanina (Phe)

CAA Aminoácido valina (Val)

CTT Aminoácido ácido glutâmico (Glu)

CCG Aminoácido glicina (Gly)

CCT Aminoácido glicina (Gly)

AGG Aminoácido serina (Ser)

ATT Término da síntese

ATC Término da síntese

Observe, nos exemplos apresentados anteriormente, que uma mesma informação pode ser codificada por diferentes tríades

(aminoácido glicina, por exemplo). Por isso, diz-se que o código genético é degenerado. Nesse código, existem três tríades (ATT, ATC e ACT) que são traduzidas como se fossem um “ponto final”, determinando o término ou a parada da síntese polipeptídica. Observe também que a tríade TAC, além de codificar o aminoácido metionina, determina também o início da síntese, sendo, por isso, conhecida por tríade de iniciação. Admitindo-se, por exemplo, que um segmento de DNA tem a seguinte sequência de bases: AAA CAA AGG AAA CCG..., nesse segmento, está codificada a seguinte sequência de aminoácidos: Phe – Val – Ser – Phe – Gly.

O código genético é universal, ou seja, é o mesmo em qualquer espécie de ser vivo. Assim, a tríade AAA no DNA de qualquer

espécie de ser vivo codifica a mesma informação: aminoácido fenilalanina.

Quando um determinado gene entra em atividade numa célula, ocorre primeiramente o fenômeno da

transcrição, isto é,

a informação codificada no gene é repassada para o RNAm (RNA mensageiro). Cada trinca de bases do RNAm transcrita do gene recebe o nome de códon. Veja a seguir alguns exemplos de transcrição.

**Tríades de bases nitrogenadas do Códon correspondentes no
DnA Tradução da informação codificada RnAm**

TAC AUG Aminoácido metionina (Met)

AAA UUU Aminoácido fenilalanina (Phe)

CAA GUU Aminoácido valina (Val)

CTT GAA Aminoácido ácido glutâmico (Glu)

CCG GGC Aminoácido glicina (Gly)

CCT GGA Aminoácido glicina (Gly)

AGG UCC Aminoácido serina (Ser)

ATT UAA Término da síntese

ATC UAG Término da síntese

Observe que cada códon do RNAm codifica a mesma informação da tríade do DNA da qual foi transcrito.

O RNAm transcrito do gene (segmento de DNA) liga-se ao ribossomo, estrutura celular formada de **RnAr** (RNA ribossômico) e proteínas,

o qual tem a função de unir os aminoácidos, segundo a sequência estabelecida pelos códon do RNAm, para formar a cadeia polipeptídica. É bom lembrar que a matéria-prima utilizada na formação das proteínas, isto é, os aminoácidos, encontra-se dispersa no interior da célula. Assim, é necessário que ela seja trazida para

o local da síntese proteica, ou seja, para o local onde se encontra o ribossomo ligado ao

78 Coleção Estudo

Genética: código genético

RNAm, e isso é feito por moléculas de RNAt (RNA transportador). Resumidamente, pode-se dizer que um gene (segmento de

Cada molécula de aminoácido é transportada por um RNAt. DNA), ao entrar em atividade numa célula, irá proporcionar

Assim, a síntese de uma proteína é feita com a participação de a síntese de uma determinada cadeia polipeptídica que será,

diversas moléculas de RNAt. Cada molécula de RNAt, trazendo então, responsável pela manifestação de uma determinada

um respectivo aminoácido, liga-se a um códon específico do

características
genética.

RNAm. Isso é feito por meio de ligação de hidrogênio entre as

bases nitrogenadas desses dois tipos de RNA (RNAm e RNAt),

obedecendo ao seguinte pareamento: A (adenina) com

U Transcrição Tradução

(uracil) e G (guanina) com C (citosina). As tríades do RNAt que Manifestação da DNA RNA PROTEÍNA se ligam aos códons do RNAm são chamadas de **anticódons**.

característica Assim, cada molécula de RNAt transporta um determinado tipo

de aminoácido e tem o seu anticódon. O anticódon determina

Pelo que se viu, em termos moleculares, um gene pode qual tipo de aminoácido será transportado pelo RNAt, que deverá

ser definido como sendo uma sequência de nucleotídeos

ser o mesmo tipo de aminoácido codificado pelo códon do

RNAm ao qual ele se liga. Veja a tabela e o exemplo a seguir. do DNA que é expressa em um produto funcional, ou seja,

em uma molécula de RNA ou em uma cadeia polipeptídica.

Tríades no **segmento** O genoma (conjunto de todos os genes) das células dos **Códon**

usado para correspondente correspondentes
traduzida no RnAm nos RnAt sequências de DNA
que não são convertidas em produtos fabricar **de DnA**
informação eucariontes, no entanto, possui uma
grande quantidade de Anticódons

RnAm funcionais, ou seja, não são traduzidas. Muitas
dessas

sequências não traduzidas estão localizadas entre os
genes,

Aminoácido

AAA UUU AAA fenilalanina separando-os de seus vizinhos.
Outras, no entanto, estão

(Phe) presentes nos próprios genes. Nesse caso, as
sequências de

CAA Aminoácido nucleotídeos que são traduzidas
recebem o nome de **éxons**, GUU CAA valina (Val)
enquanto as sequências não traduzidas são
denominadas

Aminoácido **íntrons**. Assim, quando ocorre a transcrição,
todo o gene é

CTT ácido transcrito em uma longa molécula de
RnAm (RnAm precursor GAA CUU glutâmico ou
transcrito primário), que, depois, por meio de um
processo (Glu) **BIOLOGIA** denominado *splicing*
, é reduzida de tamanho, devido à retirada

dos íntrons, e convertida na molécula de RNAm funcional

RNA^t (RNAm maduro ou RNA monocistrônico), que contém apenas Proteína em

formação os éxons, conforme mostra o esquema a seguir.

Aminoácido

Segmento de DNA contendo éxons e íntrons

Éxons = 1, 3, 5, 7, 9, 11

U U C Íntrons = 2, 4, 6, 8, 10 G A U 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11



G G C

A C C G C U C G C A A G C C G C U A A G C U G G A A G

RNAm

Ribossomo RNAm precursor ou transcrito primário (contendo éxons e íntrons)

Sentido de deslocamento do ribossomo s s 1 2 3 4 5
6 7 8 9 10 11

on

Ribossomo Proteína 2 4 6 8 10

sintetizada

moção dos íntron

1 3 5 7 9 11 Re e união dos éx

RNA mensageiro RNAm funcional ou maduro (contendo apenas os éxons)

Síntese de proteínas – Com os aminoácidos trazidos pelos

RNA_t, o ribossomo vai fazendo a decodificação da mensagem **Esquema de splicing** – O splicing, realizado com a participação

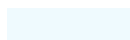
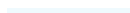
que está no RNAm, traduzindo os seus códons e unindo os de diferentes enzimas, é um processo muito complexo e preciso,

aminoácidos de acordo com a sequência estabelecida por eles. uma vez que a molécula de RNAm precursora deve ser clivada

Com o término da tradução, tem-se, então, a formação de uma (cortada) em locais exatos, e os éxons devem ser colados

determinada cadeia polipeptídica, que será responsável pela também de maneira exata para a formação do RNAm funcional

manifestação de uma característica genética. ou maduro que se ligará ao ribossomo.



1

2



3





1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

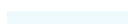
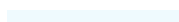
■

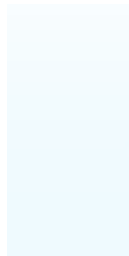
■

■

■









Frente D Módulo 01

MUTAÇÕES GÊNICAS As mutações, sejam elas espontâneas ou induzidas, podem fazer surgir novas características nos indivíduos dessa

Mutação (do latim população. Essas novas características poderão ser vantajosas *mutare* ,

mudar) é uma modificação.

Mutação gênica é, portanto, uma mudança que ocorre no ou desfavoráveis aos indivíduos. Quando um gene mutante

material genético. Essa mudança pode ocorrer espontaneamente determina o surgimento de alguma característica vantajosa,

ou pode ser induzida por certos agentes físicos e químicos, ele tende a ser preservado na espécie por meio da seleção

chamados de **agentes mutagênicos**. Radiações ionizantes natural. Entretanto, se a mutação for deletéria (desfavorável,

(que levam à formação de íons dentro da célula), tais como prejudicial), seus possuidores tendem a ser naturalmente

raios X, raios gama, radiação ultravioleta e diversas substâncias eliminados da população com o passar do tempo. químicas (ácido nitroso, LSD, gás mostarda e muitas outras)

são exemplos de agentes mutagênicos. As mutações gênicas que por ventura ocorram nas células

somáticas do indivíduo não são transmitidas às gerações

Essas mudanças no DNA podem ser devido à transformação seguintes, entretanto, se ocorrerem nas células germinativas,

de uma base nitrogenada ou à substituição de uma

base

isto é, nas células que darão origem aos gametas
(células

nitrogenada por outra; à perda ou adição de um ou
mais pares

reprodutoras), poderão ser repassadas aos
descendentes.

de bases nitrogenadas na molécula de DNA; e também
à união

de duas bases adjacentes numa mesma cadeia do DNA.
As mutações gênicas podem ocorrer em qualquer
célula,

de qualquer indivíduo, de qualquer espécie de ser
vivo, em

T G A C T T A G qualquer momento de sua vida. Entretanto,
a frequência de

mutações é muito baixa, uma vez que as próprias
células

A C T G A A T C

dispõem de alguns mecanismos para reparar essas
mudanças,

DNA original

ou seja, mecanismos que corrigem as alterações
ocorridas

T G A C T T A G T G A C T T A G no DNA. Assim, se uma
mutação gênica eventualmente se

manifesta num organismo, provavelmente, o mecanismo de

ACTGTGACTTAGATCACTGAATC reparação sofreu uma falha.

1 3 ACTUAATC O mecanismo de reparação das mutações gênicas que

ocorre no interior das células envolve a participação de

2 enzimas especiais, chamadas por muitos autores de

Mutações gênicas – 1. Mutação decorrente da perda de enzimas de reparo ou enzimas de reparação. Essas

uma base nitrogenada em uma das fitas (cadeias) do DNA. enzimas agem cortando o segmento ou trecho defeituoso do

2. Mutação decorrente da transformação ou da troca de uma DNA, catalisando a produção de um novo segmento normal *base nitrogenada em uma das cadeias do DNA.* **3. Mutação** e ligando-o à molécula de DNA. Veja a ilustração a seguir. *decorrente da ligação entre duas bases nitrogenadas adjacentes*

numa mesma cadeia do DNA.

do DNA por outra nem sempre altera a informação que nele A mutação que troca ou substitui uma base nitrogenada A T Base errônea n A T C G ou danificada ficad C G T A Sítio AP removida movida T A está codificada, isto é, nem sempre altera a sequência de G C G A T A T aminoácidos na cadeia polipeptídica codificada. Lembre-se A T A T T A de

que o código genético é degenerado, ou seja, tríades ou T A C G C G trincas diferentes do DNA podem codificar um mesmo tipo de aminoácido. O aminoácido glicina, por exemplo, é codificado

por duas tríades distintas do DNA: CCG e CCT. Assim, se a

troca da base ocorrer na tríade CCG, substituindo a última A T A T

a ser o mesmo, isto é, a glicina. Essas mutações que não G T A G A C A A C C A T A T T T alteram a estrutura primária do peptídeo sintetizado são base (G) pela base T, o aminoácido codificado continuará T C C G T C G A

ditas **mutações silenciosas**, que podem ser identificadas C T A T A T A G C G apenas pela comparação de sequência de bases entre os

genes normais e mutantes. Na maioria dos casos, porém, ***Mecanismo de reparo do DNA*** – Uma base danificada ou a substituição de uma base no DNA causa alteração do *erroneamente incorporada é retirada por ação de enzimas que*

aminoácido e, conseqüentemente, altera a estrutura primária *deixam o local apurínico (sem uma purina) ou apirimidínico (sem*

da proteína sintetizada, o que pode provocar alterações

uma pirimidina), chamado de sítio AP. Devido à ação de outras

estruturais ou metabólicas, muitas vezes, graves. Quando

enzimas, o sítio AP e vários nucleotídeos vizinhos são retirados da

as mutações provocam a substituição de um aminoácido

por outro, elas são ditas **mutações de perda de**

sentido *molécula do DNA. A lacuna é preenchida pela síntese e pela ligação*

(missense) de novo segmento na posição original. O fenômeno de reparo
. Quando a substituição de uma base por outra

produz um códon terminador, a mutação é dita **sem**
sentido *do DNA explica a possibilidade de haver uma pequena síntese*

(nonsense). de DNA em células que não estão se preparando para a divisão.

80 Coleção Estudo

Genética: código genético

Em certos casos, devido à falta das enzimas reparadoras,

o mecanismo de “conserto” do DNA não funciona. Um bom Conhecer totalmente um gene não é apenas identificá-lo

exemplo disso acontece na doença xeroderma pigmentar. em um cromossomo. É preciso muito mais. É preciso decifrar a sua Trata-se de uma doença bastante rara que acomete a pele, “história” ou a sua “mensagem”, isto é, conhecer a sua sequência de determinando uma sensibilidade exagerada da epiderme bases nitrogenadas e as características com que se relaciona, ou seja, aos raios solares. A pele cobre-

se de manchas de pigmento, qual é o peptídeo sintetizado quando o mesmo entra em atividade.

ocorrendo, em seguida, lesões que evoluem para tumores. Cientistas de diversos países participaram do Projeto Genoma. malignos (câncer). Demonstrou-se que, nas pessoas que Por meio desse projeto, foram localizados, por exemplo, genes desenvolvem essa doença, as células são incapazes de causadores de doenças hereditárias que, num futuro bem consertar os defeitos que as radiações solares provocam em seu DNA, isto é, as células não conseguem reparar o próximo, poderão ser prevenidas, tratadas ou até erradicadas material genético afetado. através da tecnologia da Engenharia Genética.

A correção ou o tratamento dessas doenças genéticas é o



LEITURA COMPLEMENTAR que se pode chamar de **geneterapia** ou **terapia gênica**. Um dos objetivos da geneterapia é o implante gênico (implante



de genes) para corrigir ou substituir o gene de uma pessoa



Projeto Genoma Humano



que possa apresentar algum defeito. W. French Anderson,



Lançado nos Estados Unidos, em 1990, o Projeto Genoma um dos pioneiros da geneterapia, acredita que, no futuro,

Humano (PGH) teve por objetivo mapear o material genético uma vez diagnosticada a doença genética, o médico poderá



humano, isto é, todos os genes existentes nos cromossomos “receitar” um pequeno segmento de DNA (correspondente a



de nossas células. um gene normal) para inserir no paciente, a fi

m de substituir

o gene eventualmente defeituoso ou ausente. Embora

Mapear os genes significa determinar a posição que cada



esteja ainda dando os seus primeiros passos, a geneterapia



um ocupa em cada cromossomo, as sequências de bases



abre grandes perspectivas à medicina do século XXI.

nitrogenadas que possuem e com que características eles O
Projeto Genoma Humano, fornecedor de todo o nosso mapa



se relacionam. Isso é feito pedaço a pedaço, e as enzimas
genético, é uma peça de fundamental importância para o



de restrição que cortam o DNA em determinados pontos são desenvolvimento da geneterapia.

indispensáveis nesse estudo.

Pode-se comparar o genoma humano com um livro: “**o livro da** traz contribuições importantes para o desenvolvimento da **BIOLOGIA** Se, por um lado, o conhecimento do mapa genético



vida”, com as histórias de todas as nossas características genéticas. geneterapia, por outro lado, cria alguns problemas éticos,



Nesse “livro”, há 23 capítulos, que são chamados **cromossomos**. sociais e jurídicos que precisam ser discutidos. Um deles, por



A história de cada capítulo são os **genes**. Essas histórias são exemplo, é a má-interpretação que as pessoas poderão ter ao



escritas com um alfabeto muito pequeno, constituído por apenas
saberem que são portadoras de determinados genes que as



4 tipos de letras: as bases nitrogenadas **A** (Adenina), **T** (Timina),
tornam mais predispostas a desenvolver certas doenças. Uma



G (Guanina) e **C** (Citosina). Essas bases formam o chamado
alfabeto pessoa sabendo, por exemplo, que tem 10% de
predisposição



genético. Nesse alfabeto, cada palavra é formada por uma
sequência a ter uma certa doença cardiovascular ou 15% a
desenvolver

de três bases consecutivas. Cada sequência de três bases
consecutivas um determinado tipo de câncer pode achar que já
está doente



é uma **tríade** ou **códon**. No código genético do DNA, existem apenas ou, então, passar a apresentar problemas psicológicos por



causa dessas informações. Outro lado preocupante do mau uso 64 tipos diferentes de códon ou trincas de bases



dessas informações do mapa genético está relacionado com os



nitrogenadas. Entre 1961 e 1964, todo esse código já



planos de seguro de vida e saúde, que poderiam não aceitar havia sido decifrado pelos bioquímicos N.W. Nirenberg, J.

tais pacientes, alegando sua predisposição a doenças graves.

H. Matthadei e P. Lende. Quando traduzidos ou decifrados,



a maioria dos códons corresponde a um tipo de **aminoácido**, O mau uso do mapa genético de uma pessoa também poderá



criar situações que a prejudiquem em relação ao trabalho. É o que existindo apenas três códons (ATT, ATC e ACT) cuja tradução

pode acontecer se os empregadores passarem a exigir o mapa não codifica nenhum aminoácido. Essas trincas correspondem ao



genético dos candidatos aos empregos. Certamente, aqueles que



término da síntese proteica.

tiverem genes que os predisponham a desenvolver doenças graves

O Projeto Genoma Humano constatou a presença de, ou distúrbios depressivos serão automaticamente excluídos.



aproximadamente, 25 mil genes, que geram cerca de 400 mil



Como se vê, é necessário ampliar a discussão sobre esses



proteínas. A razão para existirem mais proteínas do que genes

aspectos éticos decorrentes do conhecimento do mapa
deve-se ao fato de que nos seres eucariontes ocorre o fenômeno
genético humano. Consequentemente, será preciso criar leis e



do *splicing* alternativo, ou seja, a partir de um mesmo trecho
procedimentos de bioética que impeçam que o desenvolvimento



de DNA podem ser produzidos diferentes RNAm funcionais, da genética e tais conhecimentos venham a ser utilizados para

dependendo dos locais onde são feitas as clivagens (cortes) discriminar pessoas. Só assim todo esse conhecimento poderá



no RNAm-precursor (transcrito primário) para a retirada dos ser canalizado para o bem, a fim de, cada vez mais, obter-se a



íntrons e posterior união dos éxons. melhoria do padrão de vida do homem no planeta.

Editora Bernoulli 81

Frente D Módulo 01

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO 04. (UFT-TO-2009) O código genético é universal e degenerado, isto é, um mesmo códon corresponde

01. a um mesmo aminoácido em todo e qualquer ser (FEI-SP)
Cientistas admitem que vários aminoácidos podem

ser codificados por mais de uma trinca de nucleotídeos vivo, e diferentes códons podem corresponder a um

no mecanismo da síntese de proteínas intracelular. mesmo aminoácido. Por exemplo, o códon UUU codifica

Tais cientistas dizem, por isso, que o código genético a fenilalanina

para os seres humanos, mosquitos,

cogumelos, bunitas e todos os outros seres vivos. Ao

A) é degenerado. mesmo tempo, tanto o códon UUU quanto o códon

B) é o DNA e o RNA. UUC codificam o aminoácido fenilalanina.
Com base

C) não pode ser entendido. nas informações contidas no quadro a seguir, marque

D) não se relaciona aos genes. a alternativa que contém o último aminoácido expresso

E) é exclusivo dos animais superiores. pela seguinte sequência de DNA:

5' - TACTTCGAACGACGATATCTTACCATT - 3'

02. (UEL-PR-2009) Considere as afirmativas a seguir sobre

as propriedades do código genético. **Segunda base Primeira Terceira**

I. Existem vinte e quatro tipos de aminoácidos, que, **base base U C A G**

agrupados em diversas sequências, formam todos

Fenilalanina Serina Tirosina Cisteína U

os tipos de proteínas que entram na composição de

qualquer ser vivo. Fenilalanina Serina Tirosina Cisteína C
Uracil

II. O código genético é universal, pois vários aminoácidos (**U**)
Leucina Serina Fim Fim **A**

têm mais de um códon que os codifica.

Leucina Serina Fim Triptofano **G**

III. A perda ou a substituição de uma única base

nitrogenada na molécula de DNA pode alterar um Leucina Prolina

Histidina Arginina **U** aminoácido na proteína.

IV. Nos organismos, a relação entre o número de **Citosina** Leucina Prolina Histidina Arginina **C**

nucleotídeos (a) de um mRNA e o número de (**C**) Leucina Prolina Glutamina Arginina **A** aminoácidos da proteína formada (b) mostrou que

$a/b = 3$. Leucina Prolina Glutamina Arginina **G**

Assinale a alternativa **CORRETA**

Isoleucina Treonina Asparagina Serina **U**

A) Somente as afirmativas I e IV são corretas.

B) Somente as afirmativas II e III são corretas. Isoleucina Treonina Asparagina Serina **C Adenina**

C) Somente as afirmativas III e IV são corretas. (**A**) Isoleucina Treonina Lisina Arginina **A**

D) Somente as afirmativas I, II e III são corretas. Início / Lisina Arginina **G**

E) Somente as afirmativas I, II e IV são corretas. Metionina Treonina

03. Valina Ác. Alanina Glicina **U** aspártico (UFU-MG) O aminoácido leucina pode ser codificado por

mais de uma trinca de nucleotídeos do DNA (AAT, GAA e Ác. Valina Alanina Glicina **C** aspártico **Guanina** outras). Assim, podemos dizer que (**G**) Ác. Valina Alanina Glicina **A** glutâmico I. o código genético é degenerado, o que significa que

um aminoácido pode ser codificado por mais de uma Ác. Valina

Alanina Glicina **G** glutâmico trinca.

II. um aminoácido pode ser codificado por apenas uma A) Tirosina
C) Metionina

trinca de nucleotídeos de DNA. B) Triptofano D) Lisina

III. assim como a leucina pode ser codificada por

diferentes trincas, uma determinada trinca
também **05.** (UFMG) O trecho CGACUG de uma
molécula de RNA

pode codificar diferentes aminoácidos. mensageiro é
sintetizado a partir do seguinte trecho de

Está(ão) **CORRETA(S)** DNA:

A) apenas III. A) CGACUG D) GUCAGG D) I e III.

B) apenas II. E) nenhuma delas. B) CGGTCA E) GCTGAC

C) apenas I. C) CUGCGA

82 Coleção Estudo

Genética: código genético

EXERCÍCIOS PROPOSTOS **03.** (FCMSC-SP)

Considere a seguinte sequência de reações:

01. Gene II (UFMT) Observe a via metabólica esquematizada a
seguir.

Gene 1 Enzima II **Gene 2** **Gene 3** Adrenalina Gene I Gene
III I II III Enzima I Enzima III Fenilalanina Tirosina
Melanina

A Pigmentos B C

(característica) Enzima IV Tiroxina

De acordo com a teoria “um gene – uma enzima”, pode-se

Um indivíduo tem anomalias na pigmentação do corpo,
afirmar:

e seu metabolismo é prejudicado pela falta de hormônio

A) Na conversão $A \rightarrow B$, não há controle genético. da tireoide; o funcionamento das glândulas suprarrenais,

B) Um indivíduo deficiente da enzima I não formará porém, é normal. De acordo com o esquema, os sintomas

pigmentos, a menos que lhe seja fornecido o que apresenta se devem a alterações composto B.

C) As etapas de reações sob a ação de I e II provavelmente A) no gene I, exclusivamente.

não devem ser controladas por enzimas. B) nos genes I e II.

D) Um indivíduo deficiente de I poderá formar pigmentos C) nos genes I e III.

se lhe for fornecido o composto A pronto.

D) nos genes II e III.

E) Nesse esquema, há um único gene que atua na

E) nos genes III e IV.

produção de pigmentos.

02. (UFRGS-RS) Considere a rota metabólica que produz o **04.**
(UFRGS-RS) Analise o esquema a seguir, que representa

aminoácido arginina na figura adiante: alguns passos do

metabolismo da fenilalanina e da

Enzima 1 Enzima 2 Enzima 3 tirosina no homem. **BIOLOGIA**

Gene A Gene B

Precusores Ornitina Citrulina Arginina Proteínas

Enzima A Enzima B

foram irradiadas com raios X, que causaram Fenilalanina Tirosina
Melanina Gene C Em um experimento, três linhagens de bactérias

mutações nos genes envolvidos na rota metabólica Compostos
intermediários Dieta

anteriormente representada. Para descobrir quais Ácido Fenilpirúvico
Compostos intermediários Enzima C

enzimas da rota metabólica foram afetadas, as três Tiramina e tri-
iodotiamina CO linhagens foram cultivadas em meios suplementados H_2O

com ornitina, citrulina e arginina, obtendo-se

o resultado mostrado na tabela a seguir. São feitas, com base no
esquema, quatro afirmações:

linhagens I. Uma mutação que inative o gene B originará um
meios de cultivo i ii iii indivíduo albino.

com ornitina cresceu não cresceu não cresceu II. Uma mutação
que inative o gene A originará um

com citrulina indivíduo albino e fenilcetonúrico. cresceu cresceu
não cresceu

com arginina cresceu cresceu cresceu III. Uma mutação que
inative o gene C originará

alterações no metabolismo da tireoide.

Sobre esse experimento, podemos afirmar que

A) o gene que codifica a enzima 1, na linhagem I, IV. Uma dieta pobre em tirosina e rica em fenilalanina

foi afetado. originará indivíduos com pele mais clara.

B) o gene que codifica a enzima 2, na linhagem I,

Assinale

foi afetado.

C) o gene que codifica a enzima 3, na linhagem II, A) se apenas IV é correta.

foi afetado. B) se apenas I, II e III são corretas.

D) o gene que codifica a enzima 1, na linhagem II, C) se apenas I e III são corretas.

foi afetado.

D) se apenas II e IV são corretas.

E) o gene que codifica a enzima 3, na linhagem III,

foi afetado. E) se apenas II, III e IV são corretas.

Editora Bernoulli **83**

Frente D Módulo 01

05. (UFMG) Para resolver esta questão, utilize a tabela a **07.** (UFU-MG–2009) A mutação gênica é uma alteração

seguir, que relaciona diversos códons de RNA mensageiro que ocorre na molécula de DNA ao atingir a sequência

aos aminoácidos codificados por eles. de bases. Essa mutação é determinada por falhas na

replicação do DNA, que, quando alterado, codifica uma

Códons do RnAm mensagem que leva à produção de proteínas modificadas, **Aminoácidos**

alterando o fenótipo. Mutações podem ser favoráveis ou

AAA Lisina desfavoráveis ao organismo, dependendo do ambiente.

AAG Lisina Durante a replicação, a fita – A – C – G – T – T – A – C – AGG C – G – sofreu uma mutação a qual gerou a produção da Arginina

fita complementar – T – G – C – G – A – T – G – G – C –.

AUA Isoleucina

Essa mutação ocorreu devido à

AUG Metionina

A) substituição de nucleotídeo.

CCA Prolina B) adição de nucleotídeo.

CCG Prolina C) inserção de nucleotídeo.

D) depleção de nucleotídeo.

Um dos modos de atuação do ácido nitroso como agente

mutagênico é a transformação da base nitrogenada
08. (FMTM-MG) Observe a via metabólica.

citossina em uracila, nas moléculas de DNA. A uracila,

assim formada, conserva as mesmas propriedades de Gene A Gene B Gene C

formação de ponte de hidrogênio da uracila encontrada

no RNA. Enzima A Enzima B Enzima C

Suponha que o segmento de DNA: 3' ... TTC TCC GGC Substrato Produto A
Produto B Produto C

TAC ... 5' tenha sofrido a ação do ácido nitroso e tenha

tido todas as moléculas de citosina transformadas em Devido a algum problema cuja causa é desconhecida,

uracila. uma criança, ao nascer, demonstrou ausência total do

produto C. Os médicos propuseram, alternadamente, três

Pode-se concluir que a cadeia polipeptídica codificada

tratamentos, cujos resultados foram:

pelo segmento de DNA original será diferente da cadeia

polipeptídica codificada pelo segmento transformado em •

Administração do produto A – ineficiente.

• Administração do produto B – eficiente.

A) quatro aminoácidos.

• Administração do produto C – eficiente.

B) três aminoácidos. Tais resultados sugerem que o problema pode ter sido

C) dois aminoácidos. causado

D) um aminoácido. A) por uma mutação no gene C.

B) por uma mutação no gene A.

E) nenhum aminoácido.

C) pela ausência da enzima C.

06. D) pela ausência da enzima A. (UFMG) Observe a sequência de bases nitrogenadas.

E) por uma mutação no gene B.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

TAC TCA GAC CAT GCT TAA TCG CTC ACC **09.**
(Unimontes-MG-2007)

Processamento do RNA ou *splicing* é a remoção de

Todas as afirmativas são corretas quanto à sequência, sequências não codificadoras de proteínas (íntrons),

EXCETO produzindo um RNA que é traduzido em uma proteína

A) A introdução de uma adenina (A) entre as trincas mesmo mRNA pode ser clivado em diferentes locais, unindo funcional. A teoria do *splicing* alternativo mostra que um

indicadas por 2 e 3 pode alterar toda a transcrição os fragmentos em diferentes ordens e tamanhos.

a partir desse ponto. Considerando a informação apresentada e o assunto

B) A mutação da terceira base da trinca indicada por 9 relacionado com ela, analise as afirmativas a seguir e

pode traduzir um aminoácido diferente. assinale a alternativa **inCORRETA**.

C) A sequência pertence a um DNA e pode codificar um A) O tamanho do genoma é diretamente proporcional à

polipeptídeo contendo, pelo menos, 27 aminoácidos. quantidade de proteínas traduzidas.

B) Um gene pode corresponder a mais de um tipo de

D) A trinca indicada por 5 pode transcrever um códon proteína.

CGA, o qual é reconhecido pelo anticódon GCU.

C) O *splicing* alternativo é um dos mecanismos geradores

E) A troca da primeira base, em quaisquer das trincas de diversidade proteica.

indicadas, pode resultar na troca do aminoácido D) A teoria do *splicing* alternativo altera o dogma “um respectivo na proteína. gene – uma proteína”.

Genética: código genético

10. Utilizando o esquema como base, assinale a afirmativa (UFU-MG-2007) A análise de um segmento do DNA de um

procarioto revelou a seguinte sequência de nucleotídeos: **CORRETA.**

AGG GAC TTC CTT GCT ATC. A) O RNA maduro que codifica um polipeptídeo é menor

que o inicialmente transcrito.

Tabela de Códon e respectivos aminoácidos

UUU B) A replicação, a transcrição e a tradução correspondem, UAU UGU Fenilalanina UCU Tirosina Cisteína UUC UAC UGC respectivamente, a I, II e III. UCC Serina UCA UUA UAA Códon de UGA Códon de parada C) O processo de tradução proteica também pode ser Leucina UCG UUG UAG parada UGG Triptofano representado por II ou III.

CUG CUU CAU CCU CGU D) Os segmentos X e Z contêm informações genéticas CUC CAC Histidina CCC CGC Leucina Prolina Arginina que fazem parte do polipeptídeo. CCA CGA CUA CAA CCG CGG CAG Glutamina E) O RNA maduro está representado entre I e II, e o

AUG Metionina ou AAU AAU AGU polipeptídeo inicial entre III e IV. Serina AUC Isoleucina ACU AAC Asparagina AGC AUA ACC Treonina ACA **12.** (Unicamp-SP) O metabolismo celular é controlado por AAA AGA ACG Lisina Arginina AAG AGG Formilmetionina uma série de reações em que estão envolvidas inúmeras

GAU Ácido proteínas. Uma mutação gênica pode determinar a

GUC GCC GGC alteração ou a ausência de algumas dessas proteínas,
Valina Alanina Glicina GUA GUU GCU GAC aspártico GGU

GUG GCA GGA GAA Ácido levando a mudanças no ciclo de vida da célula.
GCG GGG GAG glutâmico

A) **EXPLIQUE** a relação que existe entre gene e proteína.

Adaptado de CÉSAR e SEZAR. *Biologia*: São Paulo: Saraiva,

B) Por que podem ocorrer alterações nas proteínas

2002, 7ª ed, p.264.

quando o gene sofre mutação?

Com base na tabela de códons e seus respectivos

C) Em que situação uma mutação não altera a molécula

aminoácidos, pode-se afirmar que a sequência

proteico

polipeptídica, após a tradução, será representada pelos

seguintes aminoácidos: BIOLOGIA SEÇÃO ENEM

A) Serina, leucina, lisina, ácido glutâmico e arginina.

B) Arginina, ácido aspártico, tirosina, alanina, isoleucina **01**.
Suponha que o segmento de DNA a seguir

e glicina.

...CCG CCC TAC CCG TAT...

C) Cisteína, leucina, serina e treonina.

codifica a incorporação sequencial de aminoácidos

D) Valina, histidina, glutamina, serina, alanina e glicina.

integrantes de uma cadeia polipeptídica, como a do
esquema representado a seguir.

11. (UFV-MG–2007) Na célula representada a seguir,
os números I, II, III e IV indicam a ocorrência de alguns
dos processos característicos do início da expressão Aminoácido x
gênica ao produto final. As letras Z e X representam Aminoácido y
dois tipos diferentes de segmentos presentes nos ácidos Aminoácido
Z
nucleicos.

- Com base nas informações anteriores e em seus
conhecimentos sobre o assunto, é correto dizer que
- A) cada trinca de bases nitrogenadas do DNA codifica
dois ou mais tipos de aminoácidos.
- B) aminoácidos diferentes podem ser codificados por
uma mesma trinca de bases do DNA.

X Z X Z X I

- C) trincas diferentes de bases nitrogenadas do DNA
podem codificar um mesmo tipo de aminoácido.
- Z Z D) os cinco aminoácidos do polipeptídeo em questão
X X X II estão codificados em um segmento de DNA contendo

15
códon

- X X X III E) a troca de qualquer uma das bases nitrogenadas
IV por outra no referido segmento de DNA implica,
obrigatoriamente, a mudança da sequência de

Frente D Módulo 01

02. (Enem–2009) A figura seguinte representa um modelo

GABARITO de transmissão da informação genética nos sistemas

biológicos. No fim do processo, que inclui a replicação,

a transcrição e a tradução, há três formas proteicas **Fixação**

diferentes denominadas a, b e c.

tradução 01. A

replicação Proteína “a”

DNA RNA 02. C Proteína “b” transcrição Proteína “c”
03. C

Depreende-se do modelo que

04.
B

A) a única molécula que participa da produção de
proteínas é o DNA. 05. E

B) o fluxo de informação

genética, nos sistemas Propostos

biológicos, é unidirecional.

C) as fontes de informação ativas durante o processo de

01.
B

transcrição são as proteínas.

D) é possível obter diferentes variantes proteicas a partir 02. E
de um mesmo produto de transcrição.

03.
E

E) a molécula de DNA possui forma circular e as

demais moléculas possuem forma de fita simples 04. C
linearizadas. 05. C

03. (Enem–2008) Define-se genoma como conjunto de todo 06. C
material genético de uma espécie que, na maioria dos

07.
A

casos, são moléculas de DNA. Durante muito tempo,
especulou-se sobre uma possível relação entre o tamanho 08. E
do genoma – medido pelo número de pares (pb) –, o 09. A
número de proteínas produzidas e a complexidade do
organismo. As primeiras respostas começaram a aparecer 10. A
e já deixam claro que essa relação não existe, como 11. A
mostra a tabela a seguir:

12. A) Gene é um segmento de DNA que contém

espécie nome estimado do proteínas determinada(s)
proteína(s). **comum tamanho nº de** as informações necessárias
para a síntese de

genoma (pb) descritas

B) Uma alteração no gene, isto é, no DNA, pode

Oryza sativa arroz 5 000 000 000 224 181 modificar o tipo de
aminoácido que será

Mus musculus camundongo 3 454 200 000 249 081 incorporado à
proteína, alterando a estrutura

primária nesta.

Homo sapiens homem 3 400 000 000 459 114

C) Não ocorre alteração na molécula quando a

novergicus Rattus rato 2 900 000 000 109 077 mensagem alterada
tem o mesmo significado

melanogaster Drosophila da original, isto é, se a tríade alterada do
DNA mosca-da- 180 000 000 86 255 fruta codifica a mesma
informação da original. Isso

é possível em algumas situações e deve-se ao

De acordo com as informações anteriores

fato de o código genético ser degenerado, ou

A) o conjunto de genes de um organismo define seu seja, diferentes
tríades do DNA podem codificar

DNA.

o mesmo tipo de aminoácido.

B) a produção de proteínas não está vinculada à molécula

de DNA. Seção Enem

- C) o tamanho do genoma não é diretamente proporcional ao número de proteínas produzidas pelo organismo. 01. C
- D) quanto mais complexo o organismo, maior o tamanho de seu genoma. 02. D
- E) genomas com mais de um bilhão de pares de bases 03. C
são encontrados apenas nos seres vertebrados.

86 Coleção Estudo BIOLOGIA MÓDULO FRENTE Genética: 02 D conceitos fundamentais

As unidades responsáveis pelas características hereditárias, característica e podem ser iguais ou diferentes. Quando o

os genes, são segmentos de DNA que normalmente indivíduo apresenta em suas células genes alelos iguais

se localizam em estruturas celulares denominadas para uma determinada característica, esse indivíduo é dito

cromossomos. Cada cromossomo é constituído por uma **homozigoto** ou “puro” para a referida característica; quando

única molécula de DNA e em cada molécula de DNA

existem os alelos são diferentes, o indivíduo é dito **heterozigoto**

diversos genes. O local que o gene ocupa no cromossomo é ou “híbrido”. denominado **loco** ou **locus gênico**.

O quadro a seguir mostra exemplos de pares de alelos

De um modo geral, nas células diploides ($2N$), para cada homozigotos e heterozigotos.

característica hereditária, existe um par de genes, enquanto

1 1' 2 3

nas células haploides (N), existe apenas um gene para cada

característica. Veja o exemplo esquematizado a seguir.
a A F m

b B g N

C C H o

Gameta

P P

Zigoto

$2N$ p

d D i p

P

E E j q

Gameta

p p Os cromossomos **1** e **1'** são homólogos. Os genes que neles

ocupam os mesmos loci são genes alelos. Os genes alelos se

Característica: polidactilia aracterístiica:
polidacti

relacionam com uma mesma característica. Assim, **a** é alelo de **A**;

Gene **P** – Determina a polidactilia ene **P** – Determina a
b é alelo de **B**; **C** é alelo de **C**; **d** é alelo de **D**; **E** é alelo de **E**.

(mais de cinco dedos em cada mão) i d i d d Nesse
exemplo, o indivíduo é homozigoto para as características

Gene **p** – Determina a pentadactilia determinadas pelos pares
CC e **EE** e heterozigoto para aquelas

(cinco dedos em cada mão) determinadas pelos pares **Aa**, **Bb** e
Dd. Os cromossomos

2 e 3 são heterólogos (não homólogos). Os genes que neles se

Observe que, em cada gameta, para a característica número encontram não são alelos. de dedos em cada mão, existe apenas um gene, enquanto, no

zigoto, temos um par de genes.

Entre os genes alelos, quando em heterozigose, pode-se

GENES ALELOS ter o fenômeno da dominância completa, da dominância

incompleta e da codominância.

Nas células diploides ($2N$), os cromossomos se distribuem • **Dominância completa** ou **absoluta** – É o fenômeno

aos pares: são os pares de **cromossomos homólogos**. em que um gene inibe o seu alelo, impedindo-o

Em cada par de cromossomos homólogos, um dos de manifestar a sua ação. O gene que inibe é dito

cromossomos é de origem paterna e o outro, de origem **dominante** e o que é inibido, **recessivo**. Em outras

materna. palavras, pode-se dizer que um gene é dominante

Em um par de cromossomos homólogos, os genes que quando o mesmo manifesta a sua ação em dose dupla



se localizam nos mesmos *loci* (plural de *locus*) são ditos (homozigose) ou em dose simples (heterozigose),



genes alelos ou **alelomorfos**. Em um par de genes alelos, enquanto o gene recessivo só manifesta sua ação na



um dos genes é de origem paterna e o outro, de origem ausência do gene dominante ou se estiver em dose



materna. Os genes alelos se relacionam com uma mesma dupla (homozigose). Veja o exemplo a seguir.

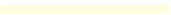
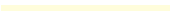
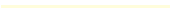




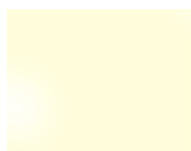
.

.

.









Frente D Módulo 02



Dominância completa



Codominância



Característica: Pigmentação da pele na espécie humana.



Gene A Característica: Cor da pelagem no gado da raça Shorton. →
Determina a pigmentação da pele.



Gene **a** → Determina a apigmentação da pele Gene **V** → Determina a formação de pelos vermelhos.



(albinismo).



Gene **B** → Determina a formação de pelos brancos.

Para a característica em questão, o indivíduo poderá ter uma entre as seguintes combinações de genes alelos: O animal para a característica em questão poderá ter as



AA seguintes combinações gênicas: → O indivíduo será pigmentado.



Aa → O indivíduo também será pigmentado. **VV** → Pelos vermelhos.



aa → O indivíduo será apigmentado (albino).



VB → Pelos vermelhos e pelos brancos.



Nesse exemplo, observa-se:

BB
→
Pelos
brancos.



Gene **A** → É o gene dominante.



Gene **a** Observe que, no heterozigoto, há manifestação dos dois →
É o gene recessivo.

alelos. Nesse caso, diz-se que os alelos são **codominantes**.

Quando existe o fenômeno da dominância absoluta entre os alelos, a letra minúscula representa o gene

recessivo e a maiúscula, o dominante. A letra do

GENÓTIPO E FENÓTIPO alfabeto que geralmente se escolhe para representar

esses genes é a letra inicial do nome da manifestação
Os genes que um indivíduo possui para determinada

recessiva. No exemplo anterior, usou-se a letra **A**
característica constituem o seu **genótipo** para a referida

por ser a inicial da manifestação recessiva
(**apigmentado** característica. A manifestação do
genótipo é o **fenótipo**.

ou **albino**). Veja o exemplo no quadro a seguir.

- **Dominância incompleta ou intermediária** – Não

existe dominância absoluta entre os alelos.

Assim, Vamos admitir que, na espécie humana, para a

o indivíduo hereterozigoto apresenta uma
manifestação

característica pigmentação da pele, existem o gene **A**

intermediária entre a dos dois homozigotos. Veja
o

(para a pigmentação) e o gene **a** (para a apigmentação ou exemplo a seguir.

albinismo), sendo o gene **A** dominante e o gene **a**, recessivo.



Entre esse dois alelos, há, portanto, um caso de **dominância**



Dominância incompleta absoluta. Assim, com esses dois genes, pode-se



ter os seguintes genótipos e respectivos fenótipos:

Característica: Cor das fl ores na planta boca-de-leão.



Gene Fv **Genótipos Fenótipos** → D e t e r m i n a a f o r m a ç ã o d e f l o r e s



vermelhas. **AA** Pigmentado



Gene **F_B** → D e t e r m i n a a f o r m a ç ã o d e f l o r e s **Aa**
Pigmentado



brancas.

aa Apigmentado

Para a característica em questão, a planta poderá ter uma

Observe que quando existe dominância absoluta entre os



das seguintes combinações de genes:



alelos, genótipos diferentes (**AA** e **Aa**) podem determinar



$F_vF_v \rightarrow$ Flores vermelhas um mesmo fenótipo.

$F_vF_B \rightarrow$ Flores rosas



$F_BF_B \rightarrow$ Flores brancas



O termo genótipo é usado para indicar tanto um gene

Observe que a cor das fl ores da planta heterozigota (F_vF_B) é específi co como um conjunto de genes de um indivíduo. Pode-se,



intermediária entre a cor das fl ores das plantas homozigotas



$F F_v$ (fl ores vermelhas) e $F_B F_B$ (fl ores brancas).



v por exemplo, falar do genótipo total de uma pessoa ou de seu



genótipo quanto a uma determinada característica apenas.



O termo genoma, por sua vez, é usado para designar o lote



- **Codominância** – No indivíduo heterozigoto, os dois

completo de genes que caracterizam uma espécie, ou seja, a



alelos manifestam suas ações. Veja o exemplo a totalidade da informação genética contida no DNA da célula



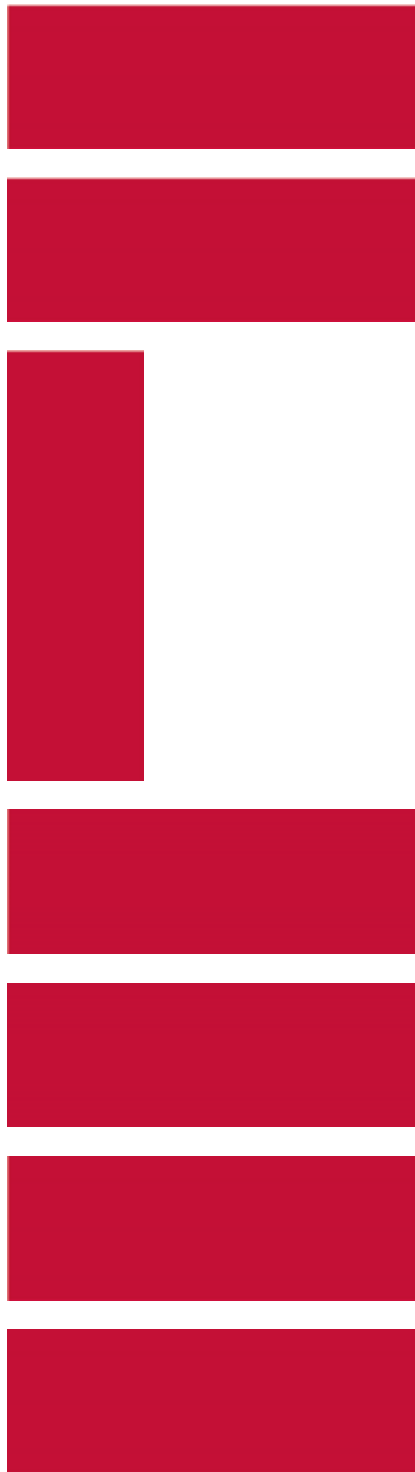
seguir. (RNA, em alguns vírus).

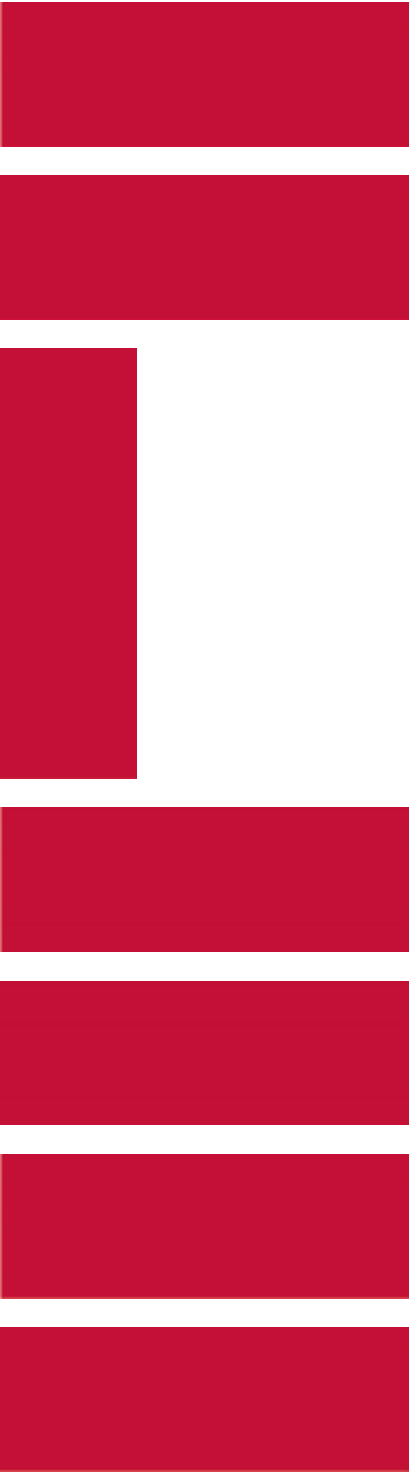


88 Coleção Estudo









Genética: conceitos fundamentais

O fenótipo de muitas características é visível e detectável Partes homólogas do X e Y (pseudoautossômicos)

a olho nu. É o caso, por exemplo, da cor dos olhos (azul, Genes parcialmente ligados ao sexo. $\Rightarrow$

verde, castanho). Por outro lado, existem características

Parte Y

em que o fenótipo não é visível, mas pode ser deduzido ou Específica detectado por meio de exames especiais. É o que acontece, Parte X (não tem por exemplo, com a característica tipo sanguíneo (sangue A, Específica (não tem homóloga no X)

homóloga
no Y)

sangue B, sangue AB e sangue O).

infl uência no fenótipo, levando a uma manifestação que Muitas vezes, fatores do meio ambiente podem exercer Genes restritos Genes ligados ao sexo ao sexo Y

não corresponde exatamente ao que se podia esperar em X função exclusivamente do genótipo. A essa infl uência dá-

Cromossomos sexuais humanos – Os cromossomos sexuais

se o nome de **peristase**. Por exemplo: uma pessoa que

X e Y possuem partes homólogas e partes não homólogas.

tem um genótipo determinante de pele clara, isto é,
com *Quando os genes se localizam nas partes homólogas do X e do Y,*

pouca produção de melanina, pode torná-la um pouco
a herança é dita parcialmente ligada ao sexo
(incompletamente

mais escura expondo-se com frequência à ação dos
raios *ligada ao sexo, pseudoautossômica); quando*
localizados na

solares. Os raios solares são capazes de acelerar a
síntese *parte X específica, a herança é ligada ao sexo*
(ligada ao X);

do pigmento melanina na nossa pele, proporcionando
quando se localizam na parte Y específica, temos a
herança

restrita ao sexo (holândrica).

o bronzeamento desta. Assim, pode-se dizer que, para
muitas características, o fenótipo resulta da interação
do Devido à influência dos hormônios sexuais, certos
genes

genótipo com o meio. autossômicos podem se
comportar diferentemente nos

dois sexos, ou seja, manifestar-se em um dos sexos
como

dominante e no sexo oposto como recessivo. Nesse caso,



Fenótipo = Genótipo + Influência do meio a herança é dita **influenciada pelo sexo**. É o caso, por



exemplo, do gene para a calvície na espécie humana, que

se comporta como dominante no sexo masculino e como **BIOLOGIA**

É bom ressaltar que o meio em questão não é somente gene recessivo no sexo feminino.

o ambiente externo ao corpo do indivíduo. É também o

ambiente interno, representado por tudo o que cerca OS Calvície hereditária na espécie humana

cromossomos, como o nucleoplasma e o citoplasma.
Gene C → calvície

Gene C' → ausência de calvície

HERANÇA GENÉTICA Fenótipos Genótipos
Homemmulher

Os genes recebidos dos pais e transmitidos aos CC calvo

calva

descendentes por meio da reprodução constituem a chamada

CC' calvo não calva

herança genética.

C'C' não calvo não calva

Conforme já vimos, caso haja ou não dominância entre

os alelos, quando em heterozigose, a herança pode ser com Observe que o gene C (calvície), no sexo

dominância completa, dominância incompleta (intermediária) masculino, expressa sua ação em homozigose e em

heterozigose, tendo, portanto, um comportamento

ou codominância.

de gene dominante. Já no sexo feminino, esse gene

só expressa sua ação quando em homozigose,

Nas espécies em que os cromossomos estão distribuídos

comportando-se, portanto, como gene recessivo.

em dois grupos, autossomos e heterossomos (alossomos,

cromossomos sexuais), a herança pode ser autossômica

Também devido aos efeitos dos hormônios sexuais, existe

ou heterossômica. Quando os genes estão localizados
ainda a chamada **herança com efeito limitado ao sexo**.

em autossomos (genes autossômicos, característica

Nesse caso, os genes autossômicos ocorrem nos dois
sexos,

autossômica), a herança é dita **autossômica**. Quando
mas só se manifestam em um deles. Um bom exemplo

localizados nos heterossomos, a herança pode ser
ocorre no gado leiteiro, onde os genes destinados à
produção

parcialmente ligada ao sexo, ligada ao sexo ou,
ainda, de leite estão presentes nos machos e nas
fêmeas, mas

restrita ao sexo. manifestam-se apenas nas fêmeas.

Editora Bernoulli 89

Frente D Módulo 02

POLIALELIA PLEIOTROPIA

(ALELOS MÚLTIPLOS) Constitui o
fenômeno em que um mesmo genótipo é

responsável por mais de uma manifestação fenotípica.
Nesse

Para certas características genéticas, como cor das flores

caso, os genes envolvidos são ditos pleiotrópicos (do grego

na planta dente-de-leão, existem apenas dois genes alelos

diferentes (F e F_B) e, conseqüentemente, esses dois genes *v* *pleios*, mais). Veja o exemplo a seguir.

podem originar apenas três genótipos distintos ($F_v F_v$, $F_v F_B$ Em camundongos (*Mus musculus*), o mesmo par de

e $F_B F_B$). Para algumas características, entretanto, existem genes alelos que determina a coloração cinza ou branca

mais de dois genes alelos diferentes que podem ocupar os da pelagem também é responsável pela maior ou menor

mesmos *loci* num par de cromossomos homólogos. Nesse agressividade do animal. Veja que são duas características:

caso, fala-se que na característica há uma **polialelia** ou cor da pelagem e grau de agressividade do animal. Assim,

alelos múltiplos. nos camundongos, pode-se ter:

Um bom exemplo de polialelia aparece na

característica

coloração da pelagem em coelhos, em que se encontram as • **Gene B**, que condiciona a formação de pelagem cinza

variedades aguti (selvagem), chinchila, himalaia e albino. e comportamento muito agressivo. Nessa característica, existe uma série de quatro genes

• **Gene b**, que condiciona a formação de pelagem alelos. São eles:

branca e comportamento pouco agressivo.

Gene C → condiciona uma pelagem com três faixas
Os genótipos e respectivos fenótipos que podem existir

coloridas, sendo a mais próxima da pele de cor cinza

resultantes da combinação entre esses dois genes são:
escuro, a intermediária de cor amarela e a mais superficial

de cor preta ou marrom. Esses coelhos são ditos agutis ou



selvagens. **Genótipos Fenótipos**



Gene c_{ch} → condiciona uma pelagem cinza prateada
BB Cinza e muito agressivo



devido à combinação dos pigmentos preto e cinza em
seus



pelos, sendo ausente o pigmento marrom. Esses
coelhos **Bb** Cinza e muito agressivo



são chamados de chinchilas. **bb** Branco e pouco
agressivo (dócil)



Gene c_h → condiciona uma pelagem branca na maior parte

do corpo e pelos pretos nas extremidades (focinho, orelhas,

Assim, todo camundongo branco (**bb**) é mais manso patas e rabo). São os coelhos himalaias.

(menos agressivo), enquanto todo camundongo cinzento

Gene c_a → condiciona ausência total de pigmentos na (**BB** ou **Bb**) é muito agressivo.

pelagem. Os pelos são totalmente brancos. Esses coelhos

Um bom exemplo de pleiotropia na espécie humana é o
são ditos albinos.

do gene responsável pela anemia falciforme. Tal anomalia

Na série de genes alelos anterior, a ordem de dominância é resultante da substituição de um único aminoácido

de um gene sobre o(s) outro(s) ocorre na seguinte sequência: num determinado trecho da molécula de hemoglobina,

$C > c_{ch} > c_h > c_a$. O gene **C** é, portanto, o mais dominante o que acarreta a formação de uma hemoglobina anômala

dessa série, uma vez que domina todos os outros; já o gene (hemoglobina **s**). Essa hemoglobina anômala, por sua vez,

c_a é o mais recessivo de todos. Assim, para a característica faz com que as hemácias (glóbulos vermelhos) tenham uma

cor da pelagem, os coelhos podem apresentar os seguintes forma também anômala, que lembra a lâmina de uma foice

genótipos e correspondentes fenótipos: (daí o termo *falciforme*). Essas hemácias falciformes, por

sua vez, são destruídas mais rapidamente que as
hemácias

Genótipos normais, causando,
consequentemente, a anemia. Em
Fenótipos

consequência dessa anemia, haverá o
comprometimento de

CC , Cc_{ch} , Cc_h e Cc_a Aguti ou selvagem praticamente
todo o metabolismo normal do indivíduo, que

apresentará, por exemplo, fraqueza, diminuição das
funções

$Cc_h Cc_h$, $Cc_h Cc_h$ e $Cc_h Cc_a$ Chinchila mentais, insuficiência
cardíaca, desenvolvimento físico

retardado, etc. Por outro lado, o indivíduo que tem anemia

$chCh$ e $chCa$ Himalaia falciforme é mais resistente à malária provocada pelo

Plasmodium falciparum. Assim, há várias manifestações

$CaCa$ Albino

fenotípicas determinadas por um mesmo genótipo.

90 Coleção Estudo

Genética: conceitos fundamentais

GENES LETAIS Coreia de Huntington

Gene H → Condiciona a doença Coreia de Huntington.

Genes letais são aqueles que, ao manifestarem sua ação,

acarretam a morte do indivíduo, o que, dependendo do tipo Gene h → Condiciona a normalidade.

de gene, pode ocorrer durante a vida embrionária ou na vida Genótipos Fenótipos pós-natal (após o nascimento). Quando o gene letal provoca

HH Doente → morte

a morte, quer esteja em homozigose ou em heterozigose, ele

é considerado dominante para a letalidade. Caso provoque Hh Doente → morte

a morte apenas quando em homozigose, é dito recessivo hh Normal para a letalidade.

A doença manifesta-se numa idade entre a infância e

Um bom exemplo de gene letal dominante é o que causa a velhice, na maioria dos casos por volta dos 35 anos de

a doença conhecida por Coreia de Huntington. Tal doença idade.

causa degeneração nervosa, tremores generalizados e Nos casos em que a doença se manifesta tardiamente,

deterioração mental e física. Tais anomalias são progressivas os seus portadores podem se casar antes do aparecimento

e irreversíveis, culminando na morte do indivíduo. O gene dos sintomas, sem saber que são afetados e, assim, transmitir

responsável por essa doença é um gene letal dominante. o gene H para os seus descendentes, contribuindo para a

Veja o quadro ao lado. propagação e para a perpetuação da doença.

HEREDOGRAMAS

Heredogramas, genealogias, cartas genealógicas ou *pedigrees* são representações gráficas da herança de determinada

característica hereditária em uma família. Os símbolos convencionais mais comumente usados na construção dos heredogramas

estão relacionados a seguir.

ou Sexo masculino **BIOLOGIA**

OU Sexo feminino

Sexo ignorado (indivíduo de sexo não informado).

Indivíduos que manifestam a característica estudada, que pode ser ou não uma

OU OU anomalia. Quando é uma doença ou anomalia genética, tais indivíduos também

podem ser ditos afetados.

Cruzamento (“casamento”).

Cruzamento consanguíneo (entre parentes próximos).

Casal estéril (sem filhos).

Linha da irmandade

Filhos (os irmãos são colocados a partir da esquerda para a direita na ordem em que nasceram, ligados a uma linha horizontal, denominada linha de irmandade).

Gêmeos dizigóticos (DZ) ou bivitelinos.

Gêmeos monozigóticos (MZ) ou univitelinos.

Editora Bernoulli 91

Frente D Módulo 02

A numeração dos indivíduos no heredograma pode ser feita

de diferentes maneiras. Veja os exemplos a seguir.

Exemplo: Numa urna, existem 30 bolas brancas e 10 bolas

pretas. Qual a probabilidade de se retirar dessa urna uma bola

Exemplo 1: branca?

I Resolução:

1 2 3 4

Note que o número total de bolas é igual a 40, sendo 30

delas brancas. Quando colocamos a mão na urna e retiramos

II aleatoriamente uma única bola, podemos retirar qualquer uma

1 2 3 4 5 6 das 40 bolas. Como o desejado em questão é que se retire,

no universo das 40 bolas, uma bola branca, a probabilidade de ocorrência desse evento será obtida da seguinte maneira:

III N.º de bolas brancas (ocorrência desejada)

1 2 3

Os Algarismos Romanos indicam as diferentes gerações N.º total de bolas da urna (ocorrências possíveis)

representadas no heredograma. Em cada geração, os indivíduos Assim, a probabilidade corresponderá a $30/40 = 3/4$ (75%).

são numerados, em ordem crescente, da esquerda para a

direita. Faz-se referência a um indivíduo citando a sua geração Resposta: $3/4$ (75%)

e seu respectivo número dentro da geração. Por exemplo: os Quando se calcula a probabilidade de dois ou mais eventos,

indivíduos afetados representados no heredograma anterior são deve-se considerar se eles são mutuamente exclusivos ou se

os identifi cados por I-2, I-3 e III-1. são eventos independentes.

Exemplo 2: Eventos mutuamente exclusivos

São aqueles em que a ocorrência de um exclui a possibilidade

1 2 3 4 da ocorrência de outro(s) ao mesmo tempo.
Nesse caso, a

probabilidade será obtida pela soma das probabilidades isoladas

de cada
um dos
eventos.

Exemplo: No lançamento de um dado normal, qual é a

5 6 7 8 9 10 probabilidade de se obter a face 4 **ou** a face 5?

Resolução:

Observe que, nesse caso, a ocorrência de um dos eventos desejados exclui a possibilidade de ocorrência do outro ao

11 12 13 mesmo tempo, ou seja, é um **ou** outro. Assim, tem-se:

Os indivíduos são numerados, em ordem crescente, da esquerda •
Probabilidade de sair a face 4 = $1/6$ para a direita. Faz-se referência a um indivíduo citando o seu • Probabilidade de sair a face 5 = $1/6$

número. Por exemplo: os indivíduos afetados representados no •
Probabilidade de sair a face 4 **ou** a face 5 = $1/6 + 1/6$ heredograma anterior são os de números 2, 3 e 11. = $2/6 = 1/3$

LEITURA COMPLEMENTAR *Resposta:*

$1/3$ (33,3...%)



noções de Probabilidade Eventos
independentes



São aqueles que podem ocorrer simultaneamente, isto é,



O estudo da transmissão das características hereditárias, a ocorrência de um não exclui a possibilidade de ocorrência



isto é, o estudo da genética, exige algum conhecimento a do(s) outro(s) ao mesmo tempo. Nesse caso, a probabilidade



respeito da teoria das probabilidades. Assim, antes de iniciarmos é obtida pelo produto das probabilidades isoladas de cada um



o estudo da genética propriamente dito, veremos algumas



regras básicas dessa importante parte da Matemática.

Exemplo: No lançamento simultâneo de um dado normal



A probabilidade é a frequência esperada da ocorrência de um certo e de uma moeda de duas faces (“cara” e “coroa”), qual é a



evento, ou seja, é a chance que um fenômeno tem de ocorrer. Seu probabilidade de se obter a face 4 no dado e a face “coroa”



cálculo é feito por meio da seguinte relação: na moeda?



N.º de vezes da ocorrência **Resolução:**



desejada

Probabilidade = Observe que o fato de sair a face 4 no dado não exclui a

N.º de vezes de todas as ocorrências possibilidade de sair a face “coroa” na moeda e vice-versa,



possíveis ou seja, os dois eventos desejados são independentes.



Assim,
tem-se:

92 Coleção Estudo

Genética: conceitos fundamentais

- Probabilidade de sair a face 4 no dado = $1/6$ Assim, em três lançamentos consecutivos de uma
- Probabilidade de sair a face “coroa” na moeda = $1/2$ moeda, a probabilidade de se obterem duas “caras” e uma “coroa” corresponderá a: $1/8 + 1/8 + 1/8 = 3/8$.
- Probabilidade de sair a face 4 no dado e a face “coroa”

na moeda = $1/6 \cdot 1/2 = 1/12$ Resposta: $3/8$ (37,5%)

Resposta: $1/12$ (8,3...) Esse mesmo resultado pode ser obtido aplicando-se o

binômio de Newton: $(p + q)^n$, em que p representa

Regra do “ou” e regra do “e” a probabilidade de se obter a face “cara”, q , a probabilidade de se obter “coroa” e n corresponde ao número

É costume dizer que a resolução da probabilidade de eventos de lançamentos feitos. Como nesse exemplo foram feitos três

lançamentos da moeda, o binômio será $(p + q)^3$.

mutuamente exclusivos é feita por meio da **regra do “ou”**,

enquanto a probabilidade de eventos independentes obedece Desenvolvendo o binômio anterior, obtemos: $(p + q)^3 =$

à **regra do “e”**. $= p^3 + 3p^2q + 3pq^2 + q^3$. Como o desejado no caso são duas

“caras” e uma “coroa”, o termo do binômio que usaremos

• **Regra do “ou”** – Aplica-se para **eventos mutuamente** é o $3p^2q$. Substituindo os valores de p e q nesse termo,

exclusivos. A probabilidade é igual à soma das teremos: $3 \cdot (1/2)^2 \cdot 1/2 = 3 \cdot 1/4 \cdot 1/2 = 3/8$. probabilidades de cada evento em separado, isto é,

Resposta:
 $3/8$

calcula-se separadamente a probabilidade de cada

evento e, ao final, somam-se todas elas. Uma outra maneira de se chegar a esse mesmo resultado

consiste em calcular a ocorrência da probabilidade desejada

• **Regra do “e”** – Aplica-se para **eventos independentes**.

numa ordem qualquer e multiplicar pelo número de ordens

A probabilidade é dada pelo produto das probabilidades ou combinações possíveis que podem existir. Para calcular

de cada evento em separado, ou seja, calcula-se o número de ordens ou combinações possíveis, usa-se a

separadamente a probabilidade de cada evento e, fórmula $n!/p!(n-p)!$, em que n é o número de elementos em seguida, multiplica-se uma(s) pela(s) outra(s). que entram no cálculo, e p é uma das alternativas. Como

nesse exemplo foram feitos três lançamentos, $n = 3$. O

Existem situações em que, para se chegar ao resultado final

p pode representar 2 (duas “caras”) ou 1 (uma “coroa”).

da probabilidade desejada, deve-se combinar a **regra do “ou”**
Vamos considerar que p seja igual a 2. Substituindo

com a **regra do “e”**. Veja o exemplo: os valores de n e p na
fórmula anterior, teremos: **BIOLOGIA**

Em três lançamentos consecutivos de uma moeda, qual a $3!/2!$
 $(3-2)! = 1 \cdot 2 \cdot 3/1 \cdot 2 \cdot 1 = 3$. Assim, em três

probabilidade de serem obtidas duas “caras” e uma “coroa”?
lançamentos de uma moeda, existem três ordens diferentes

em que poderão sair duas faces “caras” e uma face “coroa”.

Resolução: Essas ordens, conforme já foi visto, são: “cara”,
“cara”,

Observe que o desejado é a obtenção de duas faces “caras”
“coroa” ou “cara”, “coroa”, “cara” ou “coroa”, “cara”, “cara”.

Como a probabilidade de sair duas faces “caras” e uma face
e uma face “coroa”, não importando a ordem em que esses

“coroa” numa ordem qualquer = $1/8$, a probabilidade de se
eventos ocorram. Assim, conforme mostra o quadro a seguir,

obterem duas “caras” e uma “coroa”, independentemente

são possíveis três diferentes ordens de ocorrência, envolvendo da ordem que tais eventos ocorram, será correspondente a

duas “caras” e uma “coroa” que satisfazem ao desejado, ou $3 \cdot \frac{1}{8} = \frac{3}{8}$.

seja: “cara”, “cara”, “coroa” ou “cara”, “coroa”, “cara” ou “coroa”, “cara”, “cara”. Resposta: $\frac{3}{8}$

1º lançamento 2º lançamento 3º lançamento EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO “cara” “cara” “coroa”

“cara” “coroa” “cara”

“coroa” “cara” “cara” **01.** Em relação aos genes alelos, é correto dizer, **EXCETO**

Nesse exemplo, procede-se da seguinte maneira: A) Relacionam-se com uma mesma característica.

• Probabilidade de sair a face “cara” em qualquer B) Ocupam os mesmos *loci* num mesmo par de

lançamento de uma moeda = $\frac{1}{2}$ cromossomos homólogos.

• Probabilidade de sair a face “coroa” em qualquer C) Podem ser iguais ou diferentes.

lançamento de uma moeda = $\frac{1}{2}$

• D) São encontrados apenas nos autossomos. Probabilidade de sair duas “caras” e uma “coroa” na ordem

“cara”, “cara”, “coroa” = $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$

• **02.** A manifestação visível ou perceptível de

uma determinada Probabilidade de sair duas “caras” e uma “coroa” na

ordem “cara”, “coroa”, “cara” = $1/2 \cdot 1/2 \cdot 1/2 = 1/8$ característica hereditária denomina-se

- Probabilidade de sair duas “caras” e uma “coroa” na A) genótipo. C) fenocópia.

ordem “coroa”, “cara”, “cara” = $1/2 \cdot 1/2 \cdot 1/2 = 1/8$

B) fenótipo. D) genealogia.

Editora Bernoulli 93

Frente D Módulo 02

03. Em determinada espécie de animal, o gene **B** determina a

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

formação de uma pelagem totalmente branca, enquanto

o seu alelo **P** condiciona a formação de pelagem preta **01.** (FCMMG) O termo “fator”, originalmente usado por

uniforme. Os indivíduos heterozigotos têm uma pelagem Mendel, foi substituído por “gene”.

branca salpicada de pintas pretas. Apenas com essas As diferentes formas sob as quais um determinado gene

informações, pode-se concluir que a cor da pelagem nessa pode aparecer denominam-se alelos que, normalmente,

espécie de animal é um exemplo de encontram-se em

A) dominância absoluta. A) homozigose. D) cromossomos

homólogos.

B) codominância. B) pleiotropia. E) cromossomos heterólogos.

C)
heterozig

C) polialelia.

D) herança ligada ao sexo. **02.** (UFF-RJ) Genes que se localizam no mesmo *locus* em

ambos os cromossomos de um par e que respondem pela

04. manifestação de um certo caráter denominam-se Vamos admitir que em cobaias há uma série alélica com

três genes diferentes para a cor da pelagem: gene E A) homólogos. D) híbridos.

(pelagem branca), gene e B) alelos. E) homozigóticos. p (pelagem branca com manchas

marrons) e gene e (pelagem marrom uniforme). A relação C) codominantes.

de dominância entre os genes dessa série é **03.** Uma pessoa pigmentada de pele clara, por ação dos raios

$E > e$ solares, fica com a pele mais escura. Portanto, para a $p > e$.

caracterí
em
questão,

Com as informações anteriores, podemos concluir

A) os seus genes sofreram uma mutação que permitiu corretamente, **EXCETO** um aumento da produção de melanina.

A) Trata-se de um caso de polialelia (alelos múltiplos). B) o seu fenótipo e o seu genótipo se alteraram.

B) Existem seis genótipos diferentes para essa C) o seu fenótipo se alterou, mas não o seu genótipo.

característica das cobaias.

D) o seu genótipo se alterou, mas não o seu fenótipo.

C) Existem três fenótipos diferentes para essa

característica das cobaias. 04. (UFMG–2010) Em aconselhamentos genéticos, um dos

D) Cobaias com pelagem marrom uniforme poderão ter recursos utilizados é a elaboração de heredogramas,

genótipos diferentes. como este:

05. A genealogia a seguir mostra a herança para um certo Afetados tipo de miopia. Normais

É **inCORRETO** afirmar que a análise de heredogramas pode

A) determinar o provável padrão de herança de uma doença

B) ilustrar as relações entre os membros de uma família.

C) prever a frequência de uma doença genética em uma Visão Normal Miopia população.

D) relatar, de maneira simplificada, histórias familiares.

A respeito do heredograma apresentado, é correto dizer,

EXCETO 05. (UFMG) Um estudante de 23 anos, doador de sangue tipo

universal, é moreno, tem estatura mediana e pesa 85 Kg.

A) O indivíduo III-2 tem o mesmo fenótipo de seus pais. Todas as alternativas apresentam características

B) Os indivíduos II-1 e II-6 têm fenótipos iguais. hereditárias desse estudante que são influenciadas pelo

ambiente
EXCETO

C) Os sobrinhos do indivíduo II-5 são míopes.

A) Altura C) Grupo sanguíneo

D) O casal I-1 x I-2 tem três filhos, sendo dois homens

e uma mulher. B) Cor da pele D) Peso

94 Coleção Estudo

Genética: conceitos fundamentais

06. (FCMMG) O heredograma que representa um casamento **10.**
Genes holândricos são aqueles que têm seus *loci*

consanguíneo entre irmã / meio irmão, com filho de sexo

A) em qualquer um dos diferentes autossomos.

não especificado, é

B) nas partes homólogas dos cromossomos sexuais X e Y.

A) D)

C) no segmento diferencial do cromossomo sexual X.

D) no segmento diferencial do cromossomo sexual Y.

11. Um estudioso que pretenda estudar o efeito do meio ambiente sobre o fenótipo deveria utilizar como material comparativo de estudo

B) E)

A) gêmeos univitelinos criados em um mesmo ambiente.

B) gêmeos fraternos criados em ambientes diferentes.

C) gêmeos univitelinos criados num mesmo ambiente e gêmeos univitelinos criados em ambientes diferentes.

C) D) gêmeos fraternos criados num mesmo ambiente e gêmeos fraternos criados em diferentes ambientes.

E) gêmeos dizigóticos criados em ambientes diferentes, sendo ambos do mesmo sexo.

12. “Um pesquisador observou que determinado pássaro de penas brancas, sendo alimentado com cenoura em grande

07. Quando afirmamos que, em relação ao caráter cor dos quantidade, passa a ter cor alaranjada nas penas. Parando

olhos, um indivíduo é portador dos genes **A** e **a**, estamos de se alimentar com cenouras, suas penas, após certo **BIOLOGIA**

fazendo referência ao seu tempo, voltam a ser brancas”.

A) genótipo. O texto anterior descreve

B) fenótipo.

A) uma alteração apenas no fenótipo da característica

C) cariótipo. cor das penas.

D) aspecto externo.

B) uma alteração apenas no genótipo da característica

08. cor das penas. Nos casos de herança com ausência de dominância,

não considerando nenhum tipo de influência de fatores C) alterações no genótipo e no fenótipo da característica

cor das penas.

ambientais e a não ocorrência de mutações, indivíduos

com genótipos idênticos para determinada característica D) uma mutação nos genes responsáveis pela

característica cor das penas.

A) sempre têm fenótipos idênticos.

B) sempre têm fenótipos diferentes. E) uma influência da alimentação na determinação de

um genótipo.

C) podem ter fenótipos idênticos.

D) podem ter fenótipos diferentes.

13. Algumas pessoas demonstram uma transpiração

09. Na espécie humana, o gene responsável pela distrofia excessiva mesmo em condições ambientais normais. Esse

muscular Duchenne, doença que causa degeneração e caráter é determinado por um gene dominante S, cujo

atrofia progressiva dos músculos, tem o seu *locus* na *locus* não se encontra nos cromossomos sexuais.

parte não homóloga do cromossomo sexual X. Com base nas

informações anteriores e em seus

Com base nessas informações, podemos concluir conhecimentos, responda:

CORRETAmente que a herança desse gene é um caso de A) Como deve ser o genótipo das pessoas normais?

A) herança influenciada pelo sexo. B) **CARACTERIZ**E o tipo de herança do gene para

B) herança ligada ao sexo. transpiração excessiva.

C) herança restrita ao sexo. C) Qual será o fenótipo de uma pessoa que tem genótipo

D) herança de efeito limitado ao sexo. heterozigoto para essa característica?

Editora Bernoulli **95**

Frente D Módulo 02

14. Observe o heredograma a seguir: **GABARITO**

Fixação

01.
D

02.
B

Não considerando a ocorrência de mutações, quais 03. B
são os indivíduos representados no heredograma 04. D
que, com certeza, qualquer que seja a característica
hereditária considerada, têm sempre o mesmo genótipo? 05. D
JUSTIFIQUE sua resposta.

Propo

SEÇÃO ENEM

01. 01. D Na espécie humana, a capacidade de sentir o gosto amargo
de uma substância conhecida por PTC (feniltiocarbamida) 02. B
deve-se a um gene dominante **i** que, como tal, manifesta
sua ação em homozigose (dose dupla) e em heterozigose 03. C
(dose simples). A incapacidade de sentir tal gosto deve-se
ao seu alelo recessivo que só manifesta sua ação 04. C
quando em homozigose (dose dupla). Cada um de nós 05. C
recebe de cada genitor apenas um desses dois genes
(**i** ou). Assim, para essa característica (sensibilidade 06. B
ou não ao gosto amargo do PTC), existem três genótipos
distintos: **i i**, **i i** e 07. A . Com essas informações, pode-
se concluir que os indivíduos sensíveis ao PTC, isto é,

capazes de sentir o gosto amargo dessa substância,

podem ter os seguintes genótipos: 09. B

A) **ii** ou D) Apenas **ii**

B) **ii** ou **i** E) Apenas 10. D

C) **i** ou

11.

C

02. (Enem–2009) Em um experimento, preparou-se um 12. A

conjunto de plantas por técnicas de clonagem a partir

de uma planta original que apresentava folhas verdes. 13. A) O genótipo será **ss**.

Esse conjunto foi dividido em dois grupos, que foram

tratados de maneira idêntica, com exceção das condições B) Herança autossômica dominante.

de iluminação, sendo um grupo exposto a ciclos de C) A pessoa terá uma transpiração excessiva

iluminação solar natural e o outro mantido no escuro. mesmo em condições ambientais normais.

Após alguns dias, observou-se que o grupo exposto à

luz apresentava folhas verdes como a planta original e o 14. Os indivíduos III-3 e III-4, porque são gêmeos

grupo cultivado no escuro apresentava folhas amareladas. monozigóticos (univitelinos) e esses gêmeos são

geneticamente idênticos.

Ao final do experimento, os dois grupos de plantas

apresentaram

A) os genótipos e os fenótipos idênticos. **Seção Enem**

B) os genótipos idênticos e os fenótipos diferentes.

C) as diferenças nos genótipos e fenótipos. 01. B

D) o mesmo fenótipo e apenas dois genótipos diferentes.

02.

B

E) o mesmo fenótipo e grande variedade de genótipos.

96 Coleção Estudo **BIOLOGIA MÓDULO** **FRENTE 1ª Lei de Mendel 03 D**

Em meados do século XVII, o monge austríaco Gregor Mendel, realizando e analisando os resultados de cruzamentos

feitos com plantas, especialmente ervilhas (*Pisum sativum*), elaborou os princípios básicos dos conhecimentos genéticos.

É, portanto, o fundador da Genética.

Mendel admitiu a existência de “fatores” responsáveis pelas características hereditárias, embora não soubesse explicar de que

esses fatores eram constituídos e nem a localização dos mesmos no interior das células. No século XX, com o desenvolvimento da

citologia e da bioquímica, comprovou-se que Mendel

tinha razão. Tais fatores realmente existem, localizam-se nos cromossomos

e são constituídos por DNA. Os fatores de Mendel passaram, então, a ser denominados genes.

O sucesso que Mendel teve em seus experimentos deve-se a várias particularidades, tais como: a escolha de plantas de cultivo

fácil e de ciclo reprodutivo curto, permitindo observar várias gerações em curto tempo; o grande número de descendentes que as plantas utilizadas geram a cada reprodução, permitindo avaliar estatisticamente os dados com grande margem de acerto;

a escolha de plantas com flores que possuem órgãos reprodutores fechados dentro das pétalas, o que garante a autofecundação,

gerando linhagens puras (nessas plantas, a fecundação cruzada só ocorre quando provocada, isto é, quando se deseja);

a escolha de características contrastantes e bem visíveis, como cor das flores, aspecto das sementes, altura das plantas, etc.

As figuras a seguir ilustram resumidamente um dos experimentos de Mendel.

1 2 3

Amarelas Verdes Amarelas Amarelas Verdes

1. Mendel promoveu o cruzamento entre ervilhas com sementes amarelas e ervilhas com sementes verdes de linhagens puras (geração P).
2. O resultado do cruzamento da geração P originou uma geração-filha (F_1) constituída por 100% de descendentes com sementes amarelas.
3. A autofecundação dos indivíduos da geração F originou uma 2ª geração-filha (F_2), na qual 75% ($3/4$) dos descendentes produziam sementes amarelas e 25% ($1/4$), sementes verdes.

Após analisar diferentes características e os resultados de vários cruzamentos, Mendel elaborou o “princípio fundamental

da herança”, que ficou mais conhecido como a 1ª Lei de Mendel.

1ª LEI DE MENDEL

1ª lei de mendel (lei da segregação dos fatores, lei da pureza dos gametas) = “Cada caráter é determinado por

um par de fatores que se segregam (separam-se) durante a formação dos gametas. Assim, cada gameta tem apenas um

fator para cada característica”.

De acordo com a 1ª Lei de Mendel, um indivíduo

que tem nas células do seu corpo o genótipo Aa para uma determinada

característica, quando for produzir os seus gametas, formará metade contendo o gene A e a outra metade, o gene a. Tal

ocorrência se explica pela meiose, conforme se vê no esquema a seguir.

Editora Bernoulli 97

Frente D Módulo 03

Gene A é alelo
do gene a.

A a Célula mostrando
um par de
cromossomos
homólogos.

A a A a Duplicação dos cromossomos

(cada
cromossomo
passa a ter
duas
cromátides).

Meiose

(Divisão I)

A A aa Separação dos cromossomos

homólogos e, consequentemente,

dos
genes
alelos.

Meiose

(Divisão II)

A A a a Separação das cromátides e

formaç
dos
gameta

Gametas

A 1ª Lei de Mendel permite concluir que, **Resolução:**

• se para uma determinada característica o indivíduo O enunciado anterior informa que o genótipo do homem em

possui o genótipo **AA**, quando esse indivíduo formar questão é **Aa**, e o da mulher também é **Aa**. Assim, de acordo com a

seus gametas, 100% deles terão o gene **A** para a 1ª Lei de Mendel, esse homem formará 50% de espermatozoides

referida característica. contendo o gene **A** e 50% de espermatozoides com o gene **a**.

A mulher também formará dois tipos de gametas, isto é, 50%

- se para uma determinada característica o indivíduo dos seus gametas deverão ter o gene **A** e 50%, o gene **a**.

possui o genótipo **aa**, 100% dos gametas formados

Lançando os diferentes tipos de gametas masculinos e femininos

por esse indivíduo terão o gene **a** para a referida com seus respectivos percentuais num quadro (quadrado de

característica. Punnet ou genograma) e associando cada gameta masculino a

- se para uma determinada característica o indivíduo possui cada gameta feminino, teremos todas as combinações possíveis

o genótipo **Aa**, formará dois tipos de gametas: 50% dos que poderão ocorrer quando da fecundação envolvendo gametas

quais deverão ter o gene **A** e 50%, o gene **a**. desses dois indivíduos, isto é, todos os possíveis genótipos que

poderão

ter os
filhos
desse
casal.

O quadro a seguir sintetiza essas conclusões.

Gametas ♀ ♂ **A (1/2 ou 50%) a (1/2 ou 50%)**

Genótipos Tipos de gametas

AA A (100%) A (1/2 ou 50%) AA (1/4 ou 25%) Aa (1/4 ou 25%)

Aa A (50%) e a (50%)

aa a (100%)

a (1/2 ou 50%) Aa (1/4 ou 25%) aa (1/4 ou 25%)

Vejamos, então, alguns exemplos de aplicação da 1ª Lei

de Mendel. O quadro a apresentado mostra que existe

$1/4 (25\%)$ de probabilidade de nascer uma

Exemplo 1: Vamos admitir que, na espécie humana, criança pigmentada homozigota (**AA**);

a pigmentação da pele seja condicionada por um gene $2/4$ ou $1/2 (50\%)$ de nascer uma criança pigmentada

dominante **A**, enquanto a apigmentação (albinismo) heterozigota (**Aa**) e $1/4 (25\%)$ de nascer uma criança

é condicionada pelo alelo recessivo **a**. apigmentada (**aa**). Assim, a probabilidade de o casal ter

uma criança pigmentada (**AA** ou **Aa**) será de $\frac{1}{4} + \frac{2}{4}$

Se um indivíduo pigmentado, heterozigoto, casar-se

= $\frac{3}{4}$ (75%), e a probabilidade de nascer uma criança

com uma mulher de genótipo idêntico ao seu, qual é

apigmentada
será de
 $\frac{1}{4}$
(25%).

a probabilidade de que esse casal tenha uma criança apigmentada (albina)? *Resposta:* $\frac{1}{4}$ (25%)

98 Coleção Estudo

1ª Lei de Mendel

O mesmo resultado pode ser obtido de uma forma mais *Respostas:*

simples, por meio do esquema a seguir. A) A probabilidade de o casal ter uma criança com

queratose será igual a $\frac{3}{4}$ ou 75%.

X B) Como a probabilidade de nascer menino é de $\frac{1}{2}$

Aa Aa a de nascer uma criança com queratose é de $\frac{3}{4}$,

AA então a probabilidade de o casal ter um menino com

$(\frac{1}{4})$ queratose será igual a $\frac{1}{2} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{8}$.

$(\frac{1}{4})$ Aa C) A probabilidade de nascer uma criança com pele

Aa normal é de $\frac{1}{4}$ ou 25%.

$(\frac{1}{4})$ D) Como a probabilidade de nascer uma menina é de $\frac{1}{2}$

aa e a de nascer uma criança normal é de $\frac{1}{4}$, então a

$(\frac{1}{4})$

probabilidade de nascer uma menina com pele normal

Resposta será igual a $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$. : $\frac{1}{4}$ (25%).

E) Como a probabilidade de nascer uma criança

Exemplo 2: A queratose é uma anomalia hereditária

autossômica em que o indivíduo apresenta espessamento (m e n i n o o u m e n i n a) c o m q u e r a t o s e é

da camada de queratina da pele, com rachaduras

dolorosas. de $3/4$, então a probabilidade de o casal ter

Essa anomalia deve-se a um gene dominante **n**, e a quatro crianças com queratose será igual a

normalidade da característica em questão se deve ao alelo $(3/4)_4 = 3/4 \times 3/4 \times 3/4 \times 3/4 = 81/256$ (31,6%). recessivo **n**. Considerando um casal em que ambos os

cônjuges têm queratose e são heterozigóticos, responda:



qual é a probabilidade de esse casal ter **LEITURA COMPLEMENTAR**



A) uma criança com queratose?



B) um menino com queratose? BIOLOGIA



“Test-Cross” e “Back-Cross”



C) uma criança com a pele normal?

D) uma menina com a pele normal? O *“test-cross”* (cruzamento-teste) é o cruzamento de



E) quatro crianças com queratose? um indivíduo (indivíduo-teste) de genótipo ignorado,



Resolução: mas portador da manifestação (fenótipo) dominante de

uma determinada característica, com outro que tem a



Com os dados fornecidos pelo enunciado, concluímos



que o casal em questão é **nn** x **nn**. Fazendo todas as manifestação recessiva da mesma característica. Trata-se



combinações possíveis entre os gametas masculinos e de um recurso muito usado em certas espécies de plantas



femininos produzidos pelo casal, temos: e de animais para tentar identificar se o indivíduo que tem



o fenótipo dominante para certo caráter é homozigoto ou



X heterozigoto. Essa identificação poderá ser determinada pela



Nn observação dos fenótipos dos descendentes do cruzamento. **Nn**

Se entre os descendentes surgirem indivíduos com a



NN manifestação recessiva, o indivíduo-teste será heterozigoto;



Nn se na descendência só houver indivíduos com a manifestação



Nn dominante, então, muito provavelmente, o indivíduo-teste



nn deverá ser homozigoto.



O cruzamento anterior permite concluir que
haverá O “*back-cross*” (retrocruzamento) é o cruzamento de um



indivíduo da geração F₁ (fi lhos) com um de seus genitores



- 1/4 ou 25% de probabilidade de os descendentes

serem **nn** (com queratose). (geração P = geração paterna ou parental) ou com um indivíduo



que tenha genótipo idêntico a um de seus genitores. Veja o



- 2/4 ou 1/2 ou 50% de probabilidade de serem **nn**



exemplo
a
seguir.

(com queratose).



Nos coelhos, o tamanho dos pelos é determinado



- 1/4 ou 25% de probabilidade de os descendentes

serem **nn** (com pele normal). geneticamente por meio de uma herança com dominância.

Editora Bernoulli 99

Frente D Módulo 03

O gene **l** condiciona a formação de pelos curtos, enquanto o **03**. (FCMMG) O fato de Mendel ter optado pelo uso da ervilha

seu alelo *Pisum sativum* para o seu estudo genético se deve aos determina a formação de pelos longos. Um coelho **l**

aspectos favoráveis a seguir citados, **EXCETO**

de pelos curtos homozigoto foi cruzado com uma fêmea de

A)
Ciclo
de
vida
curto

pelos longos, originando filhotes de pelos curtos heterozigotos.

B)
Facilidad
de
cultivo

Um desses filhotes foi, então, retrocruzado com a sua mãe,

conforme representado a seguir. C) Estrutura da flor que favorece à fecundação

cruzad

P: Pelos curtos Pelos longos D) Variedades facilmente identificáveis por serem

LL distintas

E) Alto índice de fertilidade nos cruzamentos de variedades diferentes

Gametas: L

04. (FMTM-MG) Observe a genealogia que representa

uma família com pessoas afetadas por uma anomalia

F₁: L autossômica.

Retrocruzamento: L (de F) (de P)_{1 1 2}

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01. 3 4 5 6 (UFMG) Representação esquemática do núcleo de uma

célula em meiose. Afetados

I Não afetados

A partir da análise da genealogia, pode-se afirmar que

a
anomalia
é

II

A) recessiva, e os indivíduos 1 e 2 são homozigotos.

B) dominante, e a probabilidade de 6 ser heterozigota

é
de
 $2/3$.

III C) recessiva, e a probabilidade de 4 ser homozigoto é

de
 $1/4$.

D) dominante, e a probabilidade de 3 ser heterozigoto

é
de
 $1/2$.

IV

E) recessiva, e a probabilidade de 5 ser heterozigoto é

de
 $1/2$.

A segregação dos alelos, descoberta por Mendel, ocorre

A) entre I e II. **05.** (FCC-SP) Na ervilha-de-cheiro, sementes lisas são

dominantes sobre sementes rugosas. Se uma planta

B) entre II e III.

homozigota para sementes lisas é cruzada com uma

C) entre III e IV. planta de semente rugosa dando descendentes, qual será

D) em I. o resultado do cruzamento de um desses descendentes

E) em II. com a planta de semente rugosa da geração parental?

A) Sementes lisas (100%)

02. (PUC-SP) Em relação à anomalia gênica autossômica

B) Sementes rugosas (100%)

recessiva albinismo, qual será a proporção de

espermatozoides que conterá o gene A em um homem C) Sementes lisas (50%) e rugosas (50%)

heterozigoto? D) Sementes lisas (75%) e rugosas (25%)

A) $1/2$ B) $1/4$ C) $1/8$ D) $1/3$ E) 1 E) Sementes lisas (25%) e rugosas (75%)

100 Coleção Estudo

1ª Lei de Mendel

EXERCÍCIOS PROPOSTOS 03. (FUVEST-

SP) O gene autossômico que condiciona pelos curtos no coelho é dominante em relação ao gene que

01. determina pelos longos. Do cruzamento entre coelhos

(UFMG) O heredograma a seguir foi feito ao se estudar

heterozigotos, nasceram 480 coelhinhos, dos quais 360

uma característica que ocorria em determinada família.

tinham pelos curtos. Entre esses coelhinhos de pelos

curtos, o número esperado de heterozigotos é

1 2 3 4 5 6 Normais

1 2 D) 120

Em relação ao heredograma, todas as alternativas estão **04.** (VUNESP–SP) A talassemia é uma doença hereditária

corretas, **EXCETO** que resulta em anemia. Indivíduos homozigotos $T_m T_m$

A) A proporção fenotípica esperada na descendência de apresentam a forma mais grave, identificada como

II-5 e II-6 é de 1 normal : 1 afetado. talassemia maior, e os heterozigotos $T_m T_n$ apresentam

B) A ocorrência e transmissão do caráter não é uma forma mais branda, chamada talassemia menor.

influenciada pelo sexo. Indivíduos homozigotos $T_n T_n$ são normais.

Sabendo-se que todos os indivíduos com talassemia

C) Os indivíduos normais representados no heredograma

maior morrem antes da maturidade sexual, qual das

são homozigotos. alternativas a seguir representa a fração de indivíduos

D) O casamento de III-1 e III-5 não implicará no adultos, descendentes do cruzamento de um homem e

nascimento de crianças afetadas. de uma mulher portadores de talassemia menor, que

E) A chance de nascer outra criança afetada do

A)
1/2

casamento de II-1 e II-2 é de 50%.

B) 1/4 **BIOLOGIA**

02. C) 1/3 (UFMG) O heredograma a seguir refere-se a uma característica

controlada por um único par de genes (A e a). D) 2/3

E)
1/8

I

1 2 **05.** (UFMG)

II Cruzamento efetuado em certa espécie de inseto

1 2 3 4 5

Cruzamentos Descendentes

III 1 1 ♂ de asas vermelhas 2 3 4 5 6 7 8 15 de asas alaranjadas

♀
de
asas
amarelas

IV 2 ♂ de asas amarelas 5 de asas amarelas de asas alaranjadas ♀ 6 de asas alaranjadas 1 2 3 4 5 6 7 8

Em relação a essa característica, é **ERRADO** afirmar que 3 5 de asas alaranjadas ♂ de asas alaranjadas 3 de asas amarelas ♀ de asas alaranjadas 2 de asas vermelhas

A) a descendência do casamento II-1 x II-2 indica que

o caráter representado por e por é devido a um Considerando o caráter relacionado na tabela, que

gene recessivo. alternativa está **ERRADA**?

B) os genótipos de II-1, III-2 e III-4 são, respectivamente, A) O macho do cruzamento 2 é homozigoto.

AA, aa e Aa. B) 50% dos descendentes do cruzamento 3 são heterozigotos.

C) se IV-2 se casar com uma mulher de mesmo fenótipo,

C) Todos os descendentes do cruzamento do macho de 2
seus filhos terão todos o mesmo genótipo.

com a fêmea de 1 deverão apresentar um único

D) o esperado, para a descendência do casamento genótipo e um
único fenótipo.

III-3 x III-4, é que a metade dos indivíduos seja D) Poderiam ter
nascido indivíduos de asas vermelhas

homozigota e a outra metade, heterozigota. no cruzamento
2.

E) na quarta geração, há pelo menos dois indivíduos E) Entre os
descendentes do cruzamento 3, cada fenótipo

homozigotos. corresponde a um genótipo diferente.

Editora Bernoulli 101

Frente D Módulo 03

06. (UFU-MG) Na espécie humana, a calvície é uma **09.** (UFV-MG)
Frutos com fenótipo “Violeta” são os únicos

característica determinada por um gene autossômico resultantes de
herança do tipo dominância incompleta

influenciado pelo sexo, o qual é dominante nos homens entre
cruzamentos de plantas com fruto “Roxo” e

e recessivo nas mulheres. plantas com fruto “Branco”. Foram
obtidas, de um

Considerando-se o gene C responsável pela calvície, e o seu
cruzamento entre heterozigotas, 48 plantas. Espera-se

alelo C' , pela ausência da calvície, analise o texto a seguir. que a proporção fenotípica do fruto entre as plantas

Uma mulher não calva (1), filha de um homem calvo (2) descendentes seja

e de uma mulher calva (3), casa-se com um homem (4) A) Violeta (0); Roxo (36); Branco (12).

de genótipo igual ao seu. A mulher (1) e o homem (4)

B) Violeta (12); Roxo (24); Branco (12).

têm uma filha não calva (5).

C) Violeta (24); Roxo (12); Branco (12).

Os possíveis genótipos dos indivíduos 1, 2 e 5 são,

respectivamente, D) Violeta (36); Roxo (12); Branco (0).

A) CC ou CC' ; $C'C'$; $C'C'$ E) Violeta (48); Roxo (0); Branco (0). D) CC' ; CC ; CC'

B) CC' ; $C'C'$; CC E) CC' ; CC' ; CC' ou $C'C'$

C) CC ou CC' ; CC' ; CC' ou $C'C'$ **10.** (UFMG) Analise a figura.

07. Touro de malhas acaju Vaca de malhas vermelhas (PUC Minas) O heredograma a seguir representa uma

anomalia autossômica denominada polidactilia, em que vv VV P os indivíduos afetados apresentam mais de 5 dedos. X

I Afetados

Normais

G v V

III Touro de malhas acaju Vaca de malhas vermelhas

A probabilidade de II-5 e II-6 terem uma criança do sexo Vv Vv

feminino e normal é $\times F 1$ A) $1/2$ B) $1/3$ C) $1/4$ D) $1/6$

08. (PUC Minas) A doença de Huntington (DH) é uma doença G v hereditária autossômica neurodegenerativa, que se caracteriza v

por uma demência e descoordenação motora progressiva V v

devido à perda prematura de neurônios específicos do sistema

nervoso central. Ela normalmente se manifesta em indivíduos

após a idade reprodutiva e, mesmo que apenas um dos

progenitores seja afetado por essa doença, a chance de os VV Vv Vv vv

filhos serem também afetados é de 50%. Touros de malhas acaju e Vacas de malhas acaju e de malhas vermelhas de malhas vermelhas

A genealogia a seguir foi montada para o acompanhamento

de DH em uma família. F 2

1 2

$3/4$ VV e Vv $1/4$ vv $1/4$ VV $3/4$ Vv e vv

3 4 5 6 7 Do cruzamento de um touro com uma vaca, ambos

apresentando malhas vermelhas e pertencentes a F , 2

8 9 10 11 12 obteve-se uma descendência constituída de 100% de

vacas de malhas vermelhas, 50% de touros apresentando

Normais 13 malhas acaju e 50% apresentando malhas vermelhas.

Analisando-se a genealogia e as informações anteriores, nesse cruzamento são, respectivamente,

é correto afirmar, **EXCETO Touro Vaca**

A) Indivíduos heterozigotos são sempre afetados por

A) **VV Vv**

esse caráter.

B) O gene que determina esse caráter não está presente B) **VV vv**
no cromossomo X.

C) **Vv vv**

C) A chance de o casal 11 x 12 ter uma filha normal é
de 1/8. D) **vv vv**

D) O cruzamento dos indivíduos 13 e 9 pode produzir E) **vv Vv**
1/4 de descendentes afetados.

102 Coleção Estudo

1ª Lei de Mendel

11. Com relação aos dados apresentados, a probabilidade (UFMG)
Observe o esquema.

Gene de o casal II.2 e II.3 ter uma filha homozigota recessiva
para a característica fenotípica em questão é

HbA (hemoglobina normal) HbS (hemoglobina anormal) A) de
1/6. C) de 1/4.

B) de 1/3. D) zero.

HbA/HbS **14.** (Unicamp-SP) Em experimento, feito no início do século,

Tipo de dois pesquisadores retiraram os ovários de uma cobaia

hemácias albina e implantaram-lhe um ovário obtido de uma cobaia anormais Normais Normais e Anormais

preta. Mais tarde, o animal foi cruzado com um macho

Anemia Lesão de Fibrose albino e deu origem a uma prole toda preta. inserções do baço

musculares A) Sabendo-se que o albinismo é uma característica

Com base nesse esquema e em conhecimentos sobre o recessiva, como você explica esse resultado?

assunto, é **CORRETO** afirmar que B) **inDiQUE** os genótipos da fêmea preta e da prole.

A) o gene HbA é dominante sobre o gene HbS. C) Se fosse possível implantar os pelos da fêmea preta na

B) os indivíduos HbA/HbS e HbS/HbS devem apresentar fêmea albina, em vez de transplantar o ovário, o resultado

os mesmos níveis de hemoglobina anormal. seria o mesmo? **JUSTiFiQUE** sua resposta.

C) os indivíduos que produzem só hemácias anormais **15.** (UFMG) Analise os esquemas.

podem ser curados por meio de transfusão sanguínea.

D) um determinado genótipo pode produzir diferentes P F 11

fenótipos.

12. (PUC Minas–2007) Analise o heredograma para um Legenda:

fenótipo recessivo esquematizado a seguir e assinale a Molusco pigmentado Cruzamento 2: x afirmativa **inCORRETA**.

Molusco albino

I

Cruzamento
3: x

II BIOLOGIA

A) Os fenótipos dos descendentes (F_1), observados nos cruzamentos 1 e 2, permitem concluir o tipo de III herança do caráter albino.

Dê o nome desse tipo de herança.

IV

B) O indivíduo pigmentado pertencente a F do 1

- Indivíduos homozigotos normais cruzamento 3 reproduz-se por autofecundação.
- Indivíduos heterozigotos afetados **inDiQUE** os fenótipos e as respectivas proporções
- Indivíduos homozigotos afetados esperadas na sua descendência.

C) Por meio de um processo de fecundação cruzada,

A) As pessoas afetadas possuem pelo menos um dos observou-se, no molusco *Biomphalaria*, o fenômeno

pais obrigatoriamente afetado. esquematizado a seguir.

B) Aproximadamente 1/4 das crianças de pais não 1ª Etapa 2ª Etapa

afetados pode ser afetado.

C) O fenótipo ocorre igualmente em ambos os sexos.

D) Se um dos pais é heterozigoto, o alelo recessivo Indivíduo A
Indivíduo B Indivíduo B Indivíduo C

pode ser herdado por descendentes fenotipicamente

Legenda: normais. Espermatozoide contendo gene que condiciona

produção de pigmento.

13. (UNIFAL-MG-2009) O heredograma a seguir representa
Espermatozoide contendo gene que não condiciona

indivíduos de uma família na qual há uma característica produção de
pigmento.

fenotípica transmitida por meio de herança autossômica C.1. **CiTE**
o(s) fenótipo(s) que é(são) esperado(s) na

recessiva. descendência resultante da autofecundação do

I indivíduo B.

1 2 3 4 C.2. O aparecimento de indivíduos pigmentados, na

descendência do indivíduo C, evidencia que,

II diferentemente da maioria dos outros seres

1 2 3 4 vivos, existe, no aparelho reprodutor desses

? moluscos, um órgão com função específica.

OBSERVAÇÃO: portador da característica fenotípica em questão

EXPLiCiTE a função desse órgão.

Editora Bernoulli **103**

Frente D Módulo 03

SEÇÃO ENEM

Dois casais, ambos membros heterozigotos do tipo **AS** para o gene da hemoglobina, querem ter um filho cada.

Dado que o casal é composto por pessoas negras e o

01. (Enem–2009 / ANULADA) Mendel cruzou plantas de outro por pessoas brancas, a probabilidade de ambos

ervilha com flores vermelhas e plantas puras com flores os casais terem filhos (um para cada casal) com anemia

brancas, e observou que todos os descendentes tinham falciforme é igual a flores vermelhas. Nesse caso, Mendel chamou a cor

vermelha de dominante e a cor branca de recessiva. A) 5,05% A explicação oferecida por ele para esses resultados B) 6,25% era de que as plantas de flores vermelhas da geração

C)
10,25%

inicial (P) possuíam dois fatores dominantes iguais para

essa característica (**VV**), e as plantas de flores brancas D) 18,05%

possuíam dois fatores recessivos iguais (**vv**). Todos os E) 25,00% descendentes desse cruzamento, a primeira geração de

filhos F1, tinham um fator de cada progenitor e eram

Vv, combinação que assegura a cor vermelha nas flores.

GABARITO

Tomando-se um grupo de plantas cujas flores são

vermelhas, como distinguir aquelas que são **VV** das que

Fixação

são Vv?

A) Cruzando-se entre si, é possível identificar as plantas 01. B 02. A 03. C 04. B 05. C

que têm o fator v na sua
composição pela análise de
Propostos características exteriores dos gametas
masculinos,

os grãos de pólen.

B) Cruzando-se com plantas recessivas, de flores brancas. 01. A

As plantas **VV** produzirão apenas descendentes de 02. B
flores vermelhas, enquanto as plantas **Vv** podem 03. B

produzir descendentes de flores brancas. 04. D

C) Cruzando-se com plantas de flores vermelhas da 05. D

geração P. Os cruzamentos com plantas **Vv** produzirão
descendentes de flores brancas. 06. E

D) Cruzando-se entre si, é possível que surjam plantas de 07. D

flores brancas. As plantas **Vv** cruzadas com outras **Vv** 08. D
produzirão apenas descendentes vermelhas, portanto 09. C
as demais serão **VV**.

10.
E

E) Cruzando-se com plantas recessivas e analisando

11.
D

as características do ambiente onde se dão os

cruzamentos, é possível identificar aquelas que 12. B possuem apenas os fatores V. 13. A

02. 14. A) Os gametas produzidos pela fêmea albina (Enem–2009 / ANULADA) Anemia falciforme é uma das continuam o alelo para pelagem preta, pois

doenças hereditárias mais prevalentes no Brasil, sobretudo foram produzidos pelo ovário proveniente de

nas regiões que receberam maciços contingentes de escravos uma cabaia preta.

africanos. É uma alteração genética, caracterizada por um B) Fêmea preta: **AA**, prole: **Aa**.

tipo de hemoglobina mutante designada por hemoglobina **S**. C) Não, pois ela continuaria produzindo gametas

Indivíduos com essa doença apresentam eritrócitos portadores do alelo determinante de pelagem

com formato de foice, daí o seu nome. Se uma pessoa albina e a prole, conseqüentemente, teria

recebe um gene do pai e outro da mãe para produzir a descendentes albinos.

hemoglobina **S**, ela nasce com um par de genes **SS** e assim 15. A) Herança recessiva.

terá a anemia falciforme. Se receber de um dos pais o gene B) Pigmentados e albinos na proporção de 3:1.

S e do outro o gene para a hemoglobina **A**, ela não terá a C) C.1. 100% de albinos.

doença, apenas o traço falciforme (**AS**), e não precisará C.2. O órgão, denominado espermateca ou

receptáculo seminal, tem a função de

de tratamento especializado. Entretanto deverá saber que,

se vier a ter filhos com uma pessoa que também herdou de um outro indivíduo.

o traço, eles poderão desenvolver a doença. **Seção** **Enem**

Disponível em: <http://www.opas.org.br>.

Acesso em: 02 mai. 2009. (Adaptação). 01. B 02. B

104 Coleção Estudo **BIOLOGIA MÓDULO** **FRENTE 2ª Lei de Mendel 04 D**

Quando são analisadas características determinadas por apenas um par de genes alelos, ou seja, quando há no genótipo

apenas um par de genes alelos, está-se diante de uma situação de **monoibridismo**. Ao observar simultaneamente características determinadas por dois pares de genes alelos, fala-se em **di-hibridismo**; se forem analisadas simultaneamente características determinadas por três pares de genes alelos, haverá um **tri-hibridismo**, e assim por diante. Analisando-se, ao mesmo tempo, características determinadas por vários pares de genes alelos, fala-se em **poli-hibridismo**.

Quando dois ou mais pares de genes alelos estiverem localizados em diferentes pares de

cromossomos homólogos, tem-se

um caso de **segregação independente**. A transmissão das características condicionadas por dois ou mais pares de genes que se segregam independentemente obedece à **2ª lei de Mendel**.

2ª LEI DE MENDEL

Conhecida também por lei da segregação independente dos fatores, a 2ª Lei de Mendel pode ser assim enunciada: **Fatores**

(genes) que condicionam dois ou mais caracteres segregam-se (separam-se) independentemente durante a formação dos gametas (gametogênese), recombina-se ao acaso, de maneira a estabelecer todas as possíveis combinações entre si.

Assim como acontece com a 1ª Lei, a explicação e a

compreensão da 2ª Lei de Mendel são dadas pela meiose.

Imagine um indivíduo cujo genótipo seja **AaBb** e admita

que esses genes segregam-se independentemente. Qual a constituição gênica dos gametas formados por esse indivíduo?

figura ao lado, obteremos a resposta. Duplicação do material genético Aplicando a 2ª Lei de Mendel e analisando o esquema da *Resposta*:

Os gametas formados serão de quatro tipos: **AB**,

ab, **Ab** e **aB** em proporções iguais, ou seja, 1/4 50% 50% (25%) de cada.

A meiose
pode
seguir

um desses
dois
caminhos.

Num número
grande de
células

que entram
em meiose,
cerca

de metade das
células
seguirá

o primeiro
caminho e a
outra

Separação dos metade, o segundo. Separação dos

homólogos Divisão I homólogos Divisão I

Separação das Separação das
Divisão II cromátides Divisão II

$1/4 \ 1/4 \ 1/4 \ 1/4$

Editora Bernoulli 105

Frente D Módulo 04

Di-hibridismo com segregação independente

Quando se analisam simultaneamente as características condicionadas por dois pares de genes alelos localizados em

diferentes pares de cromossomos homólogos, temos uma situação de di-hibridismo com segregação independente. Nesse caso, a transmissão desses genes e as respectivas características que determinam obedecem à 2ª Lei de Mendel.

Veja a seguir um exemplo de aplicação da 2ª Lei de Mendel no di-hibridismo com segregação independente.

Em ervilhas, o gene **V** condiciona a formação de sementes amarelas, enquanto o seu alelo **v** determina a formação

de sementes de cor verde; o gene **R** é responsável pelo aspecto liso das sementes, enquanto o seu alelo **r** condiciona a formação de sementes de aspecto rugoso. Considerando-se que entre os genes **V** e **v** e entre os genes **R** e **r** existe uma dominância absoluta e que esses dois pares de genes segregam-se independentemente, pergunta-se: quais os fenótipos e respectivas proporções esperadas para os descendentes do cruzamento de duas ervilhas, ambas de sementes amarelas e lisas, duplamente heterozigotas?

Resolução:

As ervilhas cruzadas, sendo de sementes amarelas e lisas, duplamente heterozigotas, têm os seguintes genótipos: **VvRr**

e **VvRr**, formando, cada uma, os seguintes tipos de gametas: **VR**, **Vr**, **vR** e **vr**.

Fazendo-se as combinações possíveis entre os gametas formados pelas duas ervilhas, encontra-se o seguinte:

Gametas VR (1/4) Vr (1/4) vR (1/4) vr (1/4)

VR (1/4) VVRR (1/16) VVRr (1/16) VvRR (1/16) VvRr (1/16)

Vr (1/4) VVRr (1/16) VVrr (1/16) VvRr (1/16) Vvrr (1/16)

vR (1/4) VvRR (1/16) VvRr (1/16) vvRR (1/16) vvRr (1/16)

vr (1/4) VvRr (1/16) Vvrr (1/16) vvRr (1/16) vvrr (1/16)

O genograma mostra que existem 16 combinações possíveis entre os gametas das duas ervilhas. A análise dos diferentes

genótipos obtidos permite o estabelecimento da seguinte relação entre os descendentes desse cruzamento:

$$\bullet \text{ Sementes amarelas e lisas} = \mathbf{VVRR} (1/16) + \mathbf{VV Rr} (2/16) + \mathbf{VvRR} (2/16) + \mathbf{VvRr} (4/16) = 9/16$$

$$(1/16 + 2/16 + 2/16 + 4/16 = 9/16)$$

$$\bullet \text{ Sementes amarelas e rugosas} = \mathbf{VVrr} (1/16) + \mathbf{Vvrr} (2/16) = 3/16$$

$$(1/16 + 2/16 = 3/16)$$

$$\bullet \text{ Sementes verdes e lisas} = \mathbf{vvRR} (1/16) + \mathbf{vvRr} (2/16) = 3/16$$

$$(1/16 + 2/16 = 3/16)$$

- Sementes verdes e rugosas = **vvrr** ($1/16$) = $1/16$

Resposta:

Serão obtidos $9/16$ de sementes amarelas e lisas, $3/16$ de sementes amarelas e rugosas, $3/16$ de sementes verdes e lisas

e $1/16$ de sementes verdes e rugosas. Pode-se também dizer que a proporção fenotípica esperada entre os descendentes

é de 9:3:3:1. Esse mesmo resultado também pode ser obtido analisando-se separadamente as duas características em

questão (cor das sementes e aspecto das sementes) e, no final, juntando as probabilidades encontradas separadamente, multiplicando-se uma pela outra, conforme mostra o esquema a seguir.

106 Coleção Estudo

2ª Lei de Mendel

VvRr x VvRr

Considerando apenas a característica cor Considerando apenas a característica das sementes, o cruzamento é: textura da semente, o cruzamento é:

V v x V v R r x R r

VV Vv Vv vv RR Rr Rr rr

3/4 sementes amarelas 3/4 sementes lisas 1/4
sementes verdes 1/4 sementes rugosas

Juntando-se as probabilidades obtidas
separadamente das duas características, temos:
Sementes amarelas (3/4) e lisas (3/4) = (3/4) x
(3/4) = 9/16

Sementes amarelas (3/4) e rugosas (1/4) = 3/16

Sementes verdes (1/4) e lisas (3/4) = 3/16

Sementes verdes (1/4) e rugosas (1/4) = 1/16

OBSERVAÇÃO

Analisar as duas características separadamente,
como se fossem casos isolados de monohibridismo e,
no final, juntá-las

é um recurso que só pode ser usado quando se estiver
diante de um caso de segregação independente.

Tri-hibridismo com segregação independente

A análise simultânea de características
determinadas por três pares de genes alelos,
localizados em diferentes pares de

cromossomos homólogos, consiste num caso de tri-
hibridismo com segregação independente. A
transmissão desses genes **BIOLOGIA**

também obedece à 2ª Lei de Mendel. Veja o exemplo a
seguir:

Um homem de genótipo **AaCcmm** casa-se com
uma mulher cujo genótipo é **AAccmm**. Considere
os seguintes dados:

o gene **A** determina a pigmentação da pele, enquanto
o seu alelo recessivo **a** é responsável pela
apigmentação (albinismo); o gene **C** determina a
formação de olhos escuros, enquanto o seu alelo
recessivo **c** condiciona olhos claros; o gene **m** faz com
que o indivíduo tenha uma visão normal, enquanto o
seu alelo **m** condiciona a miopia. Considerando
também que esses três pares de genes segregam-se
independentemente, vamos responder qual é a
probabilidade de o casal vir a ter uma criança
pigmentada, de olhos claros e míope.

Resolução:

Como se trata um caso de segregação
independente, podemos analisar separadamente as
três características em questão e

juntá-las ao final, conforme mostra o esquema:

AaCcmm x AAccmm

Considerando apenas a característica Considerando apenas a característica Considerando apenas a característica

pigmentação ou não da pele, temos o olhos escuros ou claros, temos o visão normal ou não, temos o seguinte

seguinte cruzamento: seguinte cruzamento: cruzamento:

A a x M m x M m A A C c x c c



**AA AA Aa Aa Cc Cc cc cc MM Mm
Mm mm**



Pigmentado $\rightarrow 4/4 = 1$ Olhos escuros $\rightarrow 1/2$ Visão normal $\rightarrow 3/4$



Apigmentado $\rightarrow 0$ (zero) Olhos claros $\rightarrow 1/2$ Míope $\rightarrow 1/4$



Juntando-se os resultados obtidos separadamente, a propabilidade de o casal ter uma criança pigmentada (1), de olhos claros

(1/2) e míope (1/4) será: $1 \cdot 1/2 \cdot 1/4 = 1/8$.

Editora Bernoulli **107**

Frente D Módulo 04

Para os casos de segregação independente envolvendo a participação de mais de três pares de genes alelos, isto é, casos de

poli-hibridismo, procede-se de maneira semelhante ao que foi feito para o di e o tri-hibridismo.

A partir do conhecimento do genótipo, pode-se calcular rapidamente o número de tipos de gametas que o indivíduo produz

por meio da seguinte fórmula: **$n.^{\circ} \text{ gametas} = 2^n$** , em que **n** representa o número de caracteres portadores de genótipos

heterozigotos. Veja os exemplos:

Há apenas um genótipo heterozigoto: **Aa**.

indivíduos Aa ₁ Portanto, $n = 1$.

Logo, o número de tipos de gametas será: $2 = 2$. O indivíduo, então, formará 2 tipos de gametas: **A** e **a**.

indivíduos AaBb ₂ Logo, o número de tipos de gametas será: 2 Existem dois genótipos heterozigotos: **Aa** e **Bb**. Portanto, $n = 2$. = 4.
AB, Ab, aB e ab.

indivíduos ₃ Existem três genótipos heterozigotos: **Aa, Cc e Dd**. Portanto, $n = 3$.

Logo, o número de gametas será: $2 = 8$. Assim, o indivíduo formará

8 tipos de gametas: ABCD, ABCd, ABcD, ABcd, aBCD, aBCd, aBcD, aBcd.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO 03. (PUC-

Campinas-SP) Qual é a probabilidade de um casal duplo heterozigoto para dois pares de genes autossômicos

01. com segregação independente vir a ter um descendente

(UFMG) Qual a alternativa em que o genótipo indicado

com apenas uma característica dominante?

está **CORRETA**MENTE relacionado ao tipo de gameta

produzido? A) 15/16

B)
9/16

A) Aabb → A, a, b

C)
6/16

B) AA bb → AA, Ab, bb

D)
3/16

C) AaBb → Aa, Bb

E)
1/16

D) aaBB → aB, aa, BB

E) aaBb **04.** (FUVEST-SP) O cruzamento entre duas linhagens de → aB, ab

ervilhas, uma com sementes amarelas e lisas (VvRr) e

02. outra com sementes amarelas e rugosas (**Vvrr**), originou

(UFMG) Numa espécie vegetal, o caráter flor branca (**V**) é

800 indivíduos. Quantos indivíduos devem ser esperados

dominante sobre flor vermelha (**v**); o caráter flor axilar (**T**)

para cada um dos fenótipos indicados na tabela?

é dominante sobre flor terminal (**t**). Do cruzamento entre

plantas de flores brancas e terminais com plantas de flores

Amarelas Amarelas Verdes Verdes

vermelhas e axilares, resultou a seguinte descendência:

lisas rugosas lisas rugosas

1/4 de indivíduos com flores brancas e axilares,

A) 80 320 320 80

1/4 de indivíduos com flores brancas e terminais,

B) 100 100 300 300

1/4 de indivíduos com flores vermelhas e axilares, C) 200 200 200
200

1/4 de indivíduos com flores vermelhas e terminais. D) 300 300 100
100

Os genótipos dos pais, no cruzamento, eram E) 450 150 150 50

A) **Vvtt** e **vvTt**.

B) **VvTt** e **vvtt**. **05.** (UFU-MG) Em experimentos envolvendo três
características

independentes (tri-hibridismo), se for realizado um

C) **VvTt** e **VvTt**. cruzamento entre indivíduos **AaBbCc**, a frequência
de

D) **vvTt** e **VvTt**. descendentes **AABbcc** será igual a

E) $VVtt$ e $vvTT$. A) 8/64

Observação: B) 1/16

C)
3/64

Flores axilares são aquelas que se dispõem ao longo dos ramos e flores terminais, aquelas que só aparecem na D) 1/4 porção final dos ramos. E) 1/32

108 Coleção Estudo

2ª Lei de Mendel

EXERCÍCIOS PROPOSTOS 05. (PUC-SP) Na espécie humana, a sensibilidade ao PTC (feniltiocarbamida) é devido a um gene dominante i e

a insensibilidade é condicionada pelo alelo recessivo i .

01. (UFLA-MG) Considere a segunda Lei de Mendel ou lei A habilidade para o uso da mão direita é condicionada

da distribuição independente e indique os gametas por um gene dominante E , e a habilidade para o uso

produzidos pelo genótipo $aaBbccDdEE$. da mão esquerda é determinada pelo alelo recessivo e .

Um homem destro e sensível, cuja mãe era canhota e

A) a ; B ; b ; c ; D ; d ; E .

insensível ao PTC, casa-se com uma mulher canhota e

B) $aBcDE$; $aBcdE$; $abcDE$; $abcdE$. sensível ao PTC, cujo pai era insensível. A probabilidade

C) **aa; Bb; cc; Dd; EE.** de o casal ter uma criança destra e sensível é de

D) **aaBb; ccDd; aaEE; BbDd.** A) $1/2$

E) **aB; bc; cD; dE.** B) $1/4$

C)
 $3/4$

02. (UFSCar-SP-2007) Suponha um organismo diploide, D) $1/8$

$2n = 4$, e a existência de um gene **A** em um dos pares E) $3/8$

de cromossomos homólogos e de um gene **B** no outro

par de homólogos. Um indivíduo heterozigótico para

os **06.** (UFMG) Um indivíduo de genótipo **AaBbEe** deve ter se

dois genes formará originado da combinação gamética indicada em

A) 2 tipos de gametas na proporção 1:1. A) **AaB + bEe**

B) 2 tipos de gametas na proporção 3:1. B) **AaE + Bbe**

C) 4 tipos de gametas nas proporções 9:3:3:1. C) **ABb + aEe**

D) 4 tipos de gametas nas proporções 1:1:1:1. D) **ABe + abE**

E) 4 tipos de gametas na proporção 1:2:1. E) **AEe + aBb**

03. 07. (Unifor-CE) Em certa espécie vegetal, o gene **B** condiciona

(FCC-SP) Sabendo-se que **A** e **B** são genes que **BIOLOGIA**
plantas altas, e seu alelo recessivo **b** condiciona plantas se segregam
independentemente e que **A** e **B** são baixas. O gene **A** condiciona flores
brancas e é dominante dominantes sobre seus alelos **a** e **b**, a
proporção de sobre o gene **a** que condiciona flores amarelas. fenótipos
esperados para os descendentes do cruzamento Cruzaram-se entre si
plantas altas com flores brancas, **AaBb x AAbb** é heterozigotas para
ambos os pares de genes, e obtiveram-se

A) 1:1 320 descendentes. Desses, espera-se que o número de

B) 1:2:1 plantas baixas com flores brancas seja igual a

C) 3:1 A) 20

B)

60

D) 1:1:1:1

C)

180

E) 9:3:3:1

D)

240

04. (UFES) Em ervilhas, a vagem verde (**A**) domina sobre E) 320

a vagem amarela (**a**), e a planta alta (**B**) domina sobre

a planta baixa (**b**). O cruzamento-teste de 100 plantas **08.** (ESAN-SP) Considere um gene autossômico **T**, localizado

de vagens verdes e altas produziu 25 descendentes num determinado cromossomo, e o gene autossômico **z**

de vagens verdes e altas; 25 descendentes de vagens recessivo, localizado em qualquer outro cromossomo.

Sabendo-se que **T** é letal na fase embrionária quando em amarelas e altas; 25 descendentes de vagens verdes

homozigose, qual a proporção fenotípica esperada entre e baixas e 25 descendentes de vagens amarelas e

os descendentes viáveis do cruzamento de uma fêmea baixas. O genótipo das plantas de vagens verdes e altas,

heterozigótica para esses dois pares de genes com um submetidas ao cruzamento-teste, é

macho de igual composição genotípica?

- A) **AABB** A) 9:4
 B) **AABb** B) 9:3:3:1
 C) **AaBb** C) 13:1
 D) **aaBB** D) 6:2:3:1
 E) **aabb** E) 3:3:3:1

Editora Bernoulli 109

Frente D Módulo 04

09. (UCSal-BA) Em cobaias, o gene dominante **B** condiciona **13.**
 (UFSC) Considerando o indivíduo Y, com o genótipo

pelos pretos, e o seu alelo recessivo **b**, pelos brancos; **AaBb**, e o indivíduo X, com o genótipo **aaBb**, é **VÁLIDO**

o gene dominante **I** determina pelos curtos, e o seu supor que alelo recessivo **i**, pelos longos. Esses pares de genes 01. o indivíduo X produzirá 3 tipos de gametas diferentes.

apresentam segregação independente. O procedimento 02. o indivíduo Y produzirá 4 tipos de gametas diferentes.

mais indicado para determinar o genótipo de uma cobaia

04. do cruzamento de X com Y poderemos obter indivíduos

de pelos pretos e curtos é cruzá-la com uma cobaia: homozigotos para os alelos **A** e **B**, simultaneamente.

A) **bbll** C) **BBll** 08. do cruzamento de X com Y poderemos obter indivíduos

B) **BBll** D) **bbll** homozigotos para os alelos **a** e **b**, simultaneamente.

10. (FCC-SP) Os genes **A**, **B**, **C** e **D** são dominantes sobre duplo-heterozigotos. 16. do cruzamento de X com Y poderemos obter indivíduos

seus alelos **a**, **b**, **c** e **d** e segregam-se independentemente.

32. do cruzamento de X com Y, esperamos que a metade

Entre os descendentes do cruzamento de indivíduos dos indivíduos seja **Aa** e **a** outra metade, **aa**.

heterozigotos para as quatro características, qual é a

Dê como resposta a soma dos números das alternativas proporção esperada de indivíduos que apresentam pelo

CORRETAS: _____

menos um caráter dominante?

A) 255/256 C) 1/256 **14.** (U F M G) U m p e s q u i s a d o r, t r a b a l h a n d o c o m

B) 81/256 D) 3/4 abelhas, descobriu que um interessante padrão de

11. comportamento com relação à higiene das colmeias

(UFMG) Observe o esquema de uma célula diploide de

é controlado por dois pares de alelos recessivos.

um organismo resultante da fecundação ocorrida entre

Duas raças de abelhas estudadas diferem no dois gametas normais.

comportamento higiênico. Numa das raças, higiênica, as operárias abrem os compartimentos da colmeia que contêm pupas mortas e as retiram de lá. Na outra raça,

e

A a e, mesmo quando acidentalmente abertos, as pupas não higiênica, os compartimentos permanecem fechados

mortas não são deles retiradas. Do cruzamento das duas

B

raças, podem aparecer indivíduos higiênicos, que realizam as duas atividades, não higiênicos, que não realizam nenhuma das duas atividades, e indivíduos que realizam

e

B uma atividade ou outra.

Considerando o gene **a** para a abertura do compartimento

e **b** para a remoção da pupa morta, responda:

I. Rainhas higiênicas homozigotas para os dois genes,

Os gametas que originaram esse organismo deveriam ter cruzadas com zangões não higiênicos, produzem,

os genótipos indicados em na F_1 , operárias não higiênicas.

A) **AaB + Bee** **PREEnCHA** o quadro:

B) **AAe + aBB**

Genótipo

C) **Aae + BBe**

D) **ABe + Abe**

E) **ABe + aBe**

Rain

zang



12. (FUVEST-SP) Uma abelha rainha tem os seguintes ♀ **F1**

pares de alelos que se segregam independentemente: **II**.
Considerando-se o cruzamento de rainhas

AaBbDdEe. Sabendo-se que os zangões surgem de heterozigotas para os dois genes com zangões

óvulos que se desenvolvem por partenogênese, quantos higiênicos, responda:

genótipos diferentes, relativos a esses quatro pares de A) Quais os tipos possíveis de gametas formados

alelos, podem apresentar os zangões filhos dessa rainha? pelos indivíduos parentais?

A) Um D) Oito B) **Dê** os fenótipos esperados na descendência, com

B) Dois E) Dezesesseis relação aos tipos de atividades controladas pelos

C) Quatro dois pares de genes.

110 Coleção Estudo

2ª Lei de Mendel

SEÇÃO ENEM GABARITO

01. A tabela a seguir mostra as características relacionadas

com três pares de genes alelos autossômicos que se **Fixação**
segregam independentemente de acordo com a 2ª Lei

de Mendel. 01. E

Característica 02. A Alelo dominante Alelo recessivo

03.
C

Habilidade manual **C** (destro) **c** (canhoto)

04.
D

Visão **m** (normal) **m** (míope) 05. E

Sensibilidade ao PTC **i** (sensível) (insensível) **I**

Propostos

01.
B

Considerando o cruzamento (σ^7)**Ccmmi** X (φ)**ccmm** . 02. D

Não considerando a possibilidade de ocorrência de

mutações, é correto dizer que o casal em questão 03. A

04.
C

A) não tem probabilidade de ter filhos míopes.

05.
E

B) não tem probabilidade de ter filhos com habilidade

com a mão esquerda. 06. D

07.
B

C) não tem probabilidade de ter filhos insensíveis ao PTC.

08. D BIOLOGIA

D) tem 25% de probabilidade de ter filhos destros,
míopes e insensíveis ao PTC. 09. D

10.
A

E) tem 50% de probabilidade de ter um filho destro, de
visão normal e sensível ao PTC. 11. E

12.
E

02. Suponha que em um concurso de cães foram analisadas

13.
Soma
=
58

duas características genéticas condicionadas por genes

dominantes (A e B) que se segregam independentemente. 14. I.

Genótipo

O homozigoto para essas duas características recebe mais

Rainha aabb

pontos que os heterozigotos e estes, mais pontos que

zangão AB

os duplo recessivos, que ganham nota zero. Um criador,

desejando participar do concurso, cruzou um macho e ♂ **F1 ab**

uma fêmea, ambos heterozigotos para os dois pares de ♀ **F1 AaBb**

genes, obtendo uma descendência com todos os genótipos II. A)
Rainha: **AB, Ab, aB, ab**;

possíveis. Considerando que todos os descendentes do
referido cruzamento participaram do concurso, e que cada Zangão:
ab.

gene dominante no genótipo contribui com 5 pontos na B)
Indivíduos higiênicos, indivíduos não

premiação, os cães classificados em penúltimo lugar higiênicos e
indivíduos que realizam

receberam apenas uma das duas atividades (uma
atividade ou outra).

A) 0 (zero) ponto.

B) 5 pontos. **Seção Enem**

C) 10 pontos. 01. A

D) 15 pontos. 02. B

E) 20 pontos.

Editora Bernoulli **111**

Frente D Módulo 04

REFERÊNCIAS KARLSON, P. *Bioquímica*. Rio
de Janeiro: Guanabara Koogan, 1970.

LEHNINGER, A. *Princípios de bioquímica*. São Paulo: Servier, 1989.

AMABIS, J. M; MARTHO, G.R. *Biologia das células*. São Paulo:

Moderna, 2002. LINHARES, S;
GERWANDSZNAJDER, F. *Biologia hoje*. São Paulo:

Ática,
2003,
v. 1,
2 e 3.

AMABIS, J. M; MARTHO, G.R. *Biologia dos organismos*. São Paulo:

Moderna, 2002. LOPES, S. *Bio*. São Paulo: Saraiva, 2002, v. 1, 2 e 3.

AMABIS, J. M; MARTHO, G. R. *Biologia das populações*. São Paulo: MACHADO, S. *Biologia: de olho no mundo do trabalho*. São Paulo:

Moderna, 2002. Scipione, 2004.

AVANCINI, E; FAVARETTO, J. A. *Biologia: uma abordagem* MARCONDES, A. C; LAMMOGLIA, D. *A. Biologia – ciência da vida:*

evolutiva e ecológica. São Paulo: Moderna, 1997, v. 2. seres vivos. São Paulo: Atual, 1994.

BIER, O. *Bacteriologia e imunologia*. São Paulo: Ed. Universidade de OLIVEIRA, I. S.; WIELOCH, A. H. Testemunhas da evolução. In:

São Paulo, 1975. *Ciência Hoje*, nº 246, março de 2008, p. 66.

BURN, G. W; BOTTINO, P. J. *Genética*. Rio de Janeiro: Guanabara PAULINO, W. R. *Biologia atual*. São Paulo: Ática, 2002, v. 1, 2 e 3.

Koogan, 1991.

PURVES, W; SADAVA, D; ORIAN, G; HELLER, H.
Vida: a ciência

CARVALHO, H. C. *Genética Programada*. Belo Horizonte: Vega, 1970. da biologia. Porto Alegre: Artemed, 2002.

CÉSAR e SEZAR. *Biologia*. São Paulo: Saraiva, 2002, v. 1, 2 e 3. REVISTA CANAL SAÚDE. Campanha Nacional de Vacinação. Rio de

Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, maio/junho de 2002.

COMISSÃO ESTADUAL DE PREVENÇÃO DA
CÓLERA. Informe

técnico - Cólera. Belo Horizonte: Secretaria de Estado da Saúde de REVISTA CIÊNCIA HOJE. v.31, nº 181, abril de 2002.

Minas Gerais, 1991, nº 12.

REVISTA CIÊNCIA HOJE. v. 38, nº 223, fevereiro de 2006.

CONN, E; STUMPF, P.K. *Introdução à bioquímica*. São Paulo: Edgard

Blucher, 1975. REVISTA GLOBO CIÊNCIA. Supervírus. Rio de Janeiro: Globo,

1995,
nº 46.

CURTIS, H. *Biologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1977.

DE ROBERTIS, E.D.P. *Biologia celular*. Rio de Janeiro: Atheneu, 1972. nº 1749, abril de 2003. REVISTA ISTOÉ. Pneumonia asiática. São Paulo: Editora Três,

FROTA-PESSOA, Oswaldo. *Os caminhos da vida III: genética e REVISTA SÚMULA. A dengue*. Rio de Janeiro: Programa Radis- evolução. São Paulo: Scipione, 2001. Fundação Oswaldo Cruz, nº. 87, março de 2002.

GAINOTTI, A; MODELLI, A. *Biologia para o Ensino Médio*. São

REVISTA SUPERINTERESSANTE. São Paulo: Abril, julho de 1996.

Paulo: Scipione, 2002.

SOARES, J. L. *Biologia*. São Paulo: Scipione, 1997.

GIANNELA, F. J. “Aids: o mal do século”. In: *Vida integral*. São Paulo, ano V, nº 58, abril, 1987. SUZUKI; GRIFFITHS; MILLER; LEWONTIN. *Introdução à genética*.

Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

GUIA DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA. Viroses emergentes.

Brasília: Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde, 1998. TRABULSI, L. R. *Microbiologia*. São Paulo: Atheneu, 1991.

JAWETS, E. *et al. Microbiologia médica*. Rio de Janeiro: Guanabara UZUNIAN, A; BIRNER, E. *Biologia*. São Paulo: Harbra, 2004. Koogan, 1974.

JUNQUEIRA; CARNEIRO. *Biologia celular e molecular*. Rio de VASCONCELOS, J. L. F; GERWANDSZNAJDER, F. *Programa de*

Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. *saúde*. São Paulo: Ática, 1986.

JUNQUEIRA; CARNEIRO. *Histologia básica*. Rio de Janeiro: VIEIRA, E. C; GAZZINELLI, G; MARES-GUIA, M. *Bioquímica*

Guanabara Koogan, 2004. *celular e biologia molecular*. São Paulo: Atheneu, 1999.

